

# СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

WWW.SOEL.RU

6

2019

**РЕШЕНИЯ ОТ HARTING: БЫСТРЫЙ  
И НАДЕЖНЫЙ ИНТЕРНЕТ В ПОЕЗДАХ**

**ИНТЕРФЕЙСНЫЙ МОСТ  
UART-ETHERNET для IoT**

**ДОВЕРЕННАЯ АППАРАТНО-  
ПРОГРАММНАЯ ПЛАТФОРМА**

**ЭВОЛЮЦИЯ ТЕХТРЕБОВАНИЙ  
К МОДУЛЯМ ПИТАНИЯ**

**КОНТРОЛЬ ВКЛЮЧЕНИЯ  
ПИТАНИЯ ДЛЯ ПЛИС, ЦП и ЦСП**

**МОЩНЫЙ ТИРИСТОРНЫЙ  
ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ  
С ГАЛЬВАНИЧЕСКОЙ РАЗВЯЗКОЙ**

**ФОТОНИКА, РНВТ  
и КОНФЕРЕНЦИЯ  
«ДЕНЬ РАДИО ЭРЕМЕКС»**

и многое другое...

**5G**

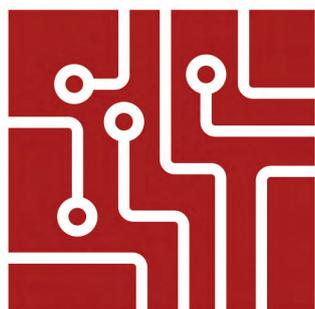


App Store



Google Play





VIII ВСЕРОССИЙСКАЯ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ  
К О Н Ф Е Р Е Н Ц И Я

**ЭКБ**

# ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ЭЛЕКТРОННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ БАЗОЙ ДИВЕРСИФИКАЦИЯ ПОСТАВОК В РАМКАХ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ

**15–16 АВГУСТА 2019 ГОДА  
ГОРОД МОСКВА**

Для участия в конференции\* необходимо направить заявку  
в Организационный комитет **не позднее 09.08.2019 г.**

**Организационный комитет:**

АО «ТЕСТПРИБОР»

Телефон/факс: (495) 657-87-37

E-mail: [tp@test-expert.ru](mailto:tp@test-expert.ru)



Координационный  
совет разработчиков  
и производителей  
РЭА, ЭКБ и продукции  
машиностроения



\* Участие в конференции платное.

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

**interlight**  
RUSSIA

**intelligent building**  
RUSSIA

Международная выставка освещения,  
систем безопасности, автоматизации зданий  
и электротехники

**10–13 сентября 2019**

ЦВК «Экспоцентр»  
Москва

## Light



Технический свет



Декоративный  
свет



Компоненты



Лампы



LED-технологии

## Building



Умный дом



Электротехника



Интегрированные  
системы безопасности



Автоматизация зданий



Умный город

**MARKET****4 Russian Market News****MODERN TECHNOLOGIES****10 Chatbots for Business: Expectations and Reality***Georgiy Fomichyov***12 Prospects of Development of Data-Processing and Radio-Photon Systems Based on 3D FE PM. Part 3***Valeriy Svede-Shvets, Vladislav Svede-Shvets, Stanislav Svede-Shvets***ELEMENTS AND COMPONENTS****18 HARTING Makes Fast and Reliable Internet in the Train Possible***Olga Romanovskaya***20 Interface UART-Ethernet Bridge for the Internet of Things***Oleg Valpa***DEVICES AND SYSTEMS****26 Creating a Trusted Hardware and Software Platform Based on Dolomant Solutions***Alexey Borovikov, Denis Stulov, Oleg Maslov***30 Evolution of Technical Requirements for Unified Power Supply Modules***Anatoliy Mironov***34 The Advantages of Distributed Architecture when Analyzing Millimeter-Range Circuits****40 Power Supply Voltage: Power Sequence Control for FPGA, CPU, and DSP***Tim Paasch-Colberg***44 Modern Components by Murata: AC/DC Power Supplies***Yuriy Petropavlovskiy***50 TECO Series EMI Filters for Industrial Applications***Artemiy Skrebnev***ENGINEERING SOLUTIONS****54 Advanced Powerful AC Thyristor Switch with Galvanic Isolation***Alexey Kuzminov***58 Vector Control Using the MC SDK Library by STMicroelectronics***Valentin Yurzin***DESIGN AND SIMULATION****66 Simulation of Signal Integrity and Crosstalk in Circuits of Multi-Board Electronic Systems. Part 2***Tatyana Kolesnikova***EVENTS****70 "PHOTONICS 2019": the World of Lasers and Optics****74 Results of the "Russian Week of High Technologies 2019"****78 In ETU "LETI" was Held the Conference "Day of Radio EREMEX"**

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 С.Ю. Чепурова (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, 2019

**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.

Индексы на полугодие – 46459, на год – 36280.

Подписное агентство «Урал-Пресс»:

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

# СОДЕРЖАНИЕ 6/2019

## РЕКЛАМОДАТЕЛИ

ADLINK . . . . .	49
Bulgin . . . . .	64
CyberPower . . . . .	43
EREMEX (Delta Design) . . . . .	80
Fastwel . . . . .	65
IEE. . . . .	42
Keysight Technologies . . . . .	4-я стр. обл.
Micrometals. . . . .	25
RFCore . . . . .	39
TDK-Lambda . . . . .	57
Wolfspeed. . . . .	24
XP Power . . . . .	9
АВД Системы. . . . .	5
ДОЛОМАНТ. . . . .	29
ИНТЕЛЕКТРОН . . . . .	23
Компонента. . . . .	22, 38
Микроволновые системы . . . . .	17
МОРИОН . . . . .	4, 6
СИММЕТРОН . . . . .	47
ТЕСТПРИБОР . . . . .	2-я стр. обл., 51
ЮЕ-Интернейшнл . . . . .	63

## РЫНОК

**4** Новости российского рынка

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

**10** Чатботы для бизнеса: ожидания и реальность

*Георгий Фомичёв*

**12** Перспективы развития информационно-вычислительных и радиофотонных систем на базе 3D М ФЭ ПМ. Часть 3

*Валерий Сведе-Швец, Владислав Сведе-Швец, Станислав Сведе-Швец*

## ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

**18** С помощью решений от HARTING быстрый и надёжный интернет в поездах – это реально

*Ольга Романовская*

**20** Интерфейсный мост UART-Ethernet для Интернета вещей

*Олег Вальпа*

## ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

**26** Создание доверенной аппаратно-программной платформы на базе решений компании «Доломант»

*Алексей Боровиков, Денис Стулов, Олег Маслов*

**30** Эволюция технических требований к унифицированным модулям питания

*Анатолий Миронов*

**34** Преимущества распределённой архитектуры при анализе цепей миллиметрового диапазона

**40** Контроль последовательности включения питания для ПЛИС, ЦП и ЦСП

*Тим Пааш-Кольберг*

**44** Современные компоненты компании Murata: AC/DC источники питания

*Юрий Петропавловский*

**50** Фильтры ЭМП ТЕКО для промышленного применения

*Артемий Скребнев*

## ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ

**54** Усовершенствованный мощный тиристорный выключатель переменного тока с гальванической развязкой

*Алексей Кузьминов*

**58** Векторное управление с использованием библиотеки MC SDK от STMicroelectronics

*Валентин Юрзин*

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

**66** Моделирование целостности сигналов и наводок в цепях многоплатных электронных систем. Часть 2

*Татьяна Колесникова*

## СОБЫТИЯ

**70** «ФОТОНИКА 2019»: мир лазеров и оптики

**74** Итоги «Российской недели высоких технологий 2019»

**78** В СПбГЭТУ «ЛЭТИ» состоялась конференция «День Радио ЭРЕМЕКС»



# Новости российского рынка

## ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

### Прецизионный ВЧ малошумящий миниатюрный термостатированный кварцевый генератор ГК359-ТС

АО «Морион» (г. Санкт-Петербург), ведущее предприятие России и один из мировых лидеров в области разработки и серийного производства пьезоэлектронных приборов стабилизации и селекции частоты,

представляет прецизионный высокочастотный малошумящий миниатюрный термостатированный кварцевый генератор ГК359-ТС.

Новая разработка АО «Морион» ГК359-ТС интегрирует два прецизионных генератора, связанных схемой фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ). Это позволяет получить одновременно высокую долговременную и температур-

ную стабильность частоты, низкие фазовые шумы (ФШ) в ближней зоне, присущие низкочастотным кварцевым генераторам (10 МГц), а также хорошие ФШ при больших отстройках, которые обеспечивает высокочастотный кварцевый генератор (ВЧКГ). На рисунке 1 показаны ФШ на 100 МГц, которые возможно получить напрямую от 100-МГц резонатора (сплошная линия) или при умножении 10 МГц  $\times$  10 – пунктирная линия. На рисунке 2 представлены фазовые шумы ГК359-ТС.

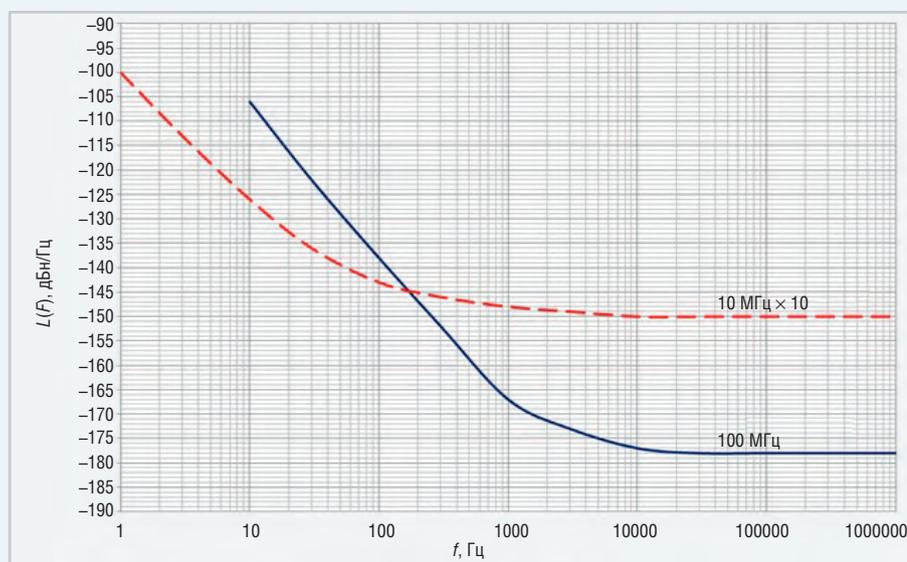


Рис. 1. Графики спектральной плотности фазовых шумов ВЧКГ на 100 МГц и НЧКГ на 10 МГц, приведенные к 100 МГц



Отличительные особенности ГК359-ТС:

- два частотных выхода на 10 МГц и 100 МГц;
- высокая температурная стабильность до  $\pm 1 \times 10^{-9}$ ;
- широкий интервал рабочих температур  $-40 \dots +80^\circ\text{C}$ ;
- высокая долговременная нестабильность до  $< \pm 2 \times 10^{-8}$ /год;
- кратковременная нестабильность частоты (Девиация Аллана):  $< 1 \times 10^{-12}$ /с;
- ультранизкий уровень фазовых шумов (выход 100 МГц):
  - $-123$  дБн/Гц на отстройке 10 Гц;
  - $-175$  дБн/Гц на отстройке 100 кГц;
- габаритные размеры  $67 \times 44 \times 18$  мм;
- выходной сигнал SIN.

ГК359-ТС применяется в качестве опорного генератора для широкополосных синтезаторов частот измерительного оборудования (анализаторы спектра и сигналов, синтезированные СВЧ-генераторы), аппаратуры радиолокации.

Подробную информацию об этих генераторах и других приборах производства АО «Морион» можно получить на сайте: [www.morion.com.ru](http://www.morion.com.ru).



Рис. 2. Фазовые шумы ГК359-ТС

## ТТР-КОНТРОЛЛЕРЫ НАЛЕТАЛИ БОЛЕЕ 500 МЛН ЧАСОВ

Сетевая технология Time-Triggered Protocol (протокол с передачей по расписанию) предназначена для построения отказоустойчивых распределённых систем управления жёсткого реального времени. Технология ТТР разработана компанией ТТТех (Австрия) и является открытым международным стандартом SAE AS6003. Технология ТТР применяется в критически важных для безопасности сертифицируемых системах управления различных отраслей, таких как авиация с сертификацией по DO-254/DO-178 DAL A и железнодорожный транспорт с сертификацией по EN 50128 SIL 4.

Важнейшим преимуществом протокола ТТР является его 100%-я детерминированность: все передачи данных между узлами происходят только в соответствии с заранее составленным расписанием, как для поездов на железной дороге. Для того чтобы узлы сети могли соблюдать это расписание, в каждом из них работает контроллер, который отвечает за синхронизацию с единым общесетевым временем. Контроллер протокола ТТР поддерживает скорости передачи данных 20 Мбит/с



в синхронном режиме и 4 Мбит/с в асинхронном, имеет два канала с резервированием и работает в температурном диапазоне  $-40...+125^{\circ}\text{C}$ .

Контроллеры протокола ТТР выпускаются компанией ТТТех с 2010 года. За это время промышленной эксплуатации они налетали более 500 млн часов в системах управления Boeing 787 и Airbus 380, в САУ авиадвигателей Lockheed Martin F-16 и Aermacchi M-346, в системах электродистанционного управления (fly-by-wire) Embraer Legacy 450/500 и Bombardier CSeries и др.

Для разработки ТТР-системы поставляются как прототипные платы с ТТР-контроллером и различными центральными процессорами, так и полная систе-

ма разработки на конфигурацию от 4 до 64 ТТР-узлов со всем необходимым программным обеспечением.

Для тестирования разработанных систем поставляются узлы – генераторы неисправностей и узлы – мониторы протокола. Имеется также средство анализа параметров и верификации системного дизайна, квалифицированное по DO-178 в проекте Airbus A380.

Дистрибьютор компании ТТТех в России – компания АВД Системы – поставщик средств разработки программного обеспечения критически важных для безопасности сертифицируемых встраиваемых компьютерных систем.

[www.avdsys.ru/tttech](http://www.avdsys.ru/tttech)

## Среда автоматизированного тестирования ПО критически важных для безопасности, сертифицируемых встроенных микропроцессорных систем



DO-178C



IEC 61508



IEC 60880



# CANTATA



EN 50128



ISO 26262



IEC 62304

Дистрибьютор в РФ ООО "АВД Системы" - (916) 194-4271, [avdsys@aha.ru](mailto:avdsys@aha.ru)

[www.avdsys.ru/test](http://www.avdsys.ru/test)

Реклама

## УЛЬТРАПРЕЦИЗИОННЫЙ ТЕРМОСТАТИРОВАННЫЙ ГЕНЕРАТОР ГК360-ТС

АО «МОРИОН» (Санкт-Петербург), ведущее предприятие России и один из мировых лидеров в области разработки и серийного производства приборов кварцевой стабилизации и селекции частоты, анонсирует последнюю разработку – ультрапрецизионный термостатированный генератор ГК360-ТС.

ГК360-ТС – это качественный переход на новый уровень доступных стабильностей для прецизионных кварцевых генераторов.

ГК360-ТС превосходит почти на порядок по стабильности в интервале температур все известные в мире аналоги и обеспечивает значения до  $\pm 2 \times 10^{-11}$  в интервале рабочих температур и до  $\pm 1 \times 10^{-11}$  на каждые 20°C.

Такой уровень стабильности делает ГК360-ТС идеальным решением для различных систем синхронизации. Фактически он устраняет влияние изменения температуры на такие параметры, как временная ошибка в режиме Holdover.



Использование данного генератора позволяет существенно упростить реализа-

цию системного требования для современных сетей сотовой связи (LTE, 4G и 5G) на уровне <math>< 400 \text{ нс}</math> за 24 часа. Также ГК360-ТС может быть использован для широкого спектра применений в области метрологии.

Основные параметры ГК360-ТС:

- стандартный корпус 51×51×19 мм;
- напряжение питания 12 В;
- обеспечивает долговременную стабильность на уровне  $\pm 1 \times 10^{-9}$ /год;
- обеспечивает кратковременную стабильность частоты до  $2 \times 10^{-12}/\text{с}$  для стандартной частоты 10 МГц;
- предусматривается в исполнении RoHS.

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

[www.morion.com.ru](http://www.morion.com.ru)  
Тел.: (812) 350-7572, 350-9243

## ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ С ЗАЩИТОЙ ОТ СКАЧКОВ НАПЯЖЕНИЯ ОТ P-DUKE

АО «Компонента» – официальный дистрибутор P-Duke – представляет преобразователи постоянного тока с защитой от скачков напряжения.

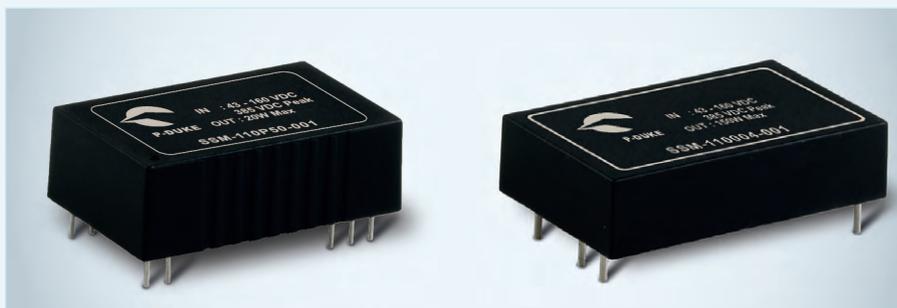
Изделия серии SSM мощностью до 300 Вт можно разделить на три группы:

1. SSM-110008-001: 300 Вт / 1,6"×1"×0,4";
2. SSM-110004-001: 150 Вт / 1,6"×1"×0,4";
3. SSM-110P50-001: 20 Вт / DIP 24.

Общий диапазон входного напряжения 43–160 В DC.

Максимальное пиковое напряжение 385 В DC.

Серия SSM представляет собой источники с функцией защиты от перенапряжения. Они могут удерживать скачок напряжения на определённом уровне для защиты данно-



го преобразователя постоянного тока. Эта особенность позволяет поддерживать работоспособность основного блока питания при скачке входного напряжения.

В соответствии со стандартом RIA12 блоки питания должны выдерживать скачок входного напряжения 385 В DC до 20 мс. И данные источники серии SSM были специально разработаны для защиты преоб-

разователей постоянного тока, применяемых в ж/д отрасли.

Инженеры часто используют цепи внешней нагрузки для защиты основных блоков питания. Серия SSM может облегчить эту задачу отказом от дополнительных внешних цепей.

[www.komponenta.ru](http://www.komponenta.ru)  
Тел.: (495) 150-2-150

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СНИЖЕНИЮ РИСКОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНТРАФАКТНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ

Действенным методом борьбы с контрафактной электронной компонентной базой (ЭКБ) является тщательный входной контроль ЭКБ, поступающей в производство.

Испытательная лаборатория АО «НИЦ «ИНТЕЛЭЛЕКТРОН» предлагает свои способы снижения рисков использования контрафактных электронных компонентов.

При беглом осмотре во время приёмки очень сложно отследить контрафактную продукцию: внешний вид соответствует требованиям производителя, информация на этикетке кажется правильной, имеется сертификат

соответствия и даже прослеживается очень длинная цепочка поставок. Внешне всё выглядит хорошо, поэтому мала вероятность дополнительной проверки того, что находится внутри компонентов (зачастую для этого необходимо разрушить изделие).

Но даже если выборка будет репрезентативна (проверенные компоненты окажутся оригинальными), это не гарантирует, что партия не смешанная, т.е. не содержит подлинники и контрафактные изделия.

Именно поэтому интерес представляют быстрые и простые неразрушающие способы контроля.

Испытательная лаборатория АО «НИЦ «ИНТЕЛЭЛЕКТРОН» оснащена современным оборудованием для проверки ЭКБ на

отсутствие признаков контрафакта. Предлагается использовать тщательные способы оптического анализа путём сравнения с качественными образцами компонентов.



Система рентгеновского контроля создана специально для электронной промышленности с целью получения рентгеновского изображения с высоким разрешением в реальном времени:

1. Контроль размеров и пустот паяных соединений.

2. Контроль смещения выводов относительно контактных площадок и отсутствия перемычек между выводами.

3. Контроль надёжности и целостности паяных соединений.

4. Контроль разварки кристалла на выводы микросхем.

5. Контроль качества пайки BGA-шариков к корпусу микросхемы и контактными площадкам платы.

6. Контроль качества изготовления и пайки светодиодов (LED).

7. Проверка переходных отверстий и внутреннего устройства элементов.

Сканирующий акустический микроскоп является средством неразрушающего контроля, позволяющим получить изображение внутренних деталей образца, погружённого в жидкость. Для создания изображения ультразвуковые преобразователи передают импульсы УЗ-волн через жидкость на образец и принимают отражённые сигналы, которые исходят от неоднородностей в образце.

Сканирующий акустический микроскоп способен выявлять расслаивание, трещины и пустоты в субмикронных толщинах, которые трудно идентифицировать с помощью рентгенографии. Он позволяет работать с

композитными материалами, сплавами металлов и пластмассами.

Система входного контроля лаборатории АО «НИЦ «ИНТЕЛЕКТРОН» позволяет увидеть, что находится внутри исследуемого компонента, не разрушая его. Если признаков контрафакта не будет выявлено, компоненты можно передавать в производство. В противном случае поставщик таких компонентов будет вынужден забрать контрафактные компоненты и выплатить компенсацию, при этом упаковка и пломбы не будут повреждены.

[www.intelelectron.ru](http://www.intelelectron.ru)  
Тел.: (495) 545-42-56

## ЭРЕМЕКС объявляет о выходе версии Delta Design 2.7 Beta

Обновление содержит ряд новых функций и возможностей, направленных на накопление позитивного опыта пользователя при работе с системой, снижения трудозатрат при проектировании, автоматизации рутинных операций.

Многие из новых функций Delta Design 2.7 Beta реализованы по запросам пользователей системы.

Перечислим наиболее интересные из них:

- Массовое размещение компонентов позволяет разместить на плате группу компонентов. Это можно сделать как группой в границах задаваемой области, так и последовательно по одному (см. рис. 1). Группу размещаемых компонентов можно выбрать из панелей «Менеджер проекта», «Корзина деталей» и даже прямо со схемы.
- Копирование объектов на плате (см. рис. 2) даёт возможность скопировать один или несколько объектов на текущий или на другой подходящий слой. При копирова-

нии компонентов система предлагает размещать только аналогичные экземпляры компонентов, предотвращая появление «лишних» копий, которые отсутствуют в проекте. Новый функционал позволяет копировать целые участки топологии платы с возможностью их поворота и переноса на другой слой. При этом интеллектуальный алгоритм подключит к новым экземплярам компонентов соответствующие им цепи.

- Реализован дополнительный функционал для поиска, группировки и фильтрации объектов на схеме и плате. Он позволяет с помощью простой команды Ctrl+F найти и выбрать компоненты по различным критериям: по семейству (типу), номиналу, типу корпуса (посадочному месту), любому атрибуту или по нескольким атрибутам сразу (т.е. с возможностью комбинированного поискового запроса). Затем выбранные компоненты можно массово заменить или разместить на плате.
- В редакторе плат расширен функционал по размещению размерных линий. Добавлены новые типы размерных линий: ра-

диальная, угловая, выносная. Реализован новый функционал автоматического измерения размеров.

- Границы корпуса компонента теперь могут быть представлены в виде сложной составной объёмной фигуры. Для каждой части фигуры задаётся высота и расстояние от платы до нижней границы. Это позволяет эффективно работать и размещать компоненты сложной формы и размещать их в несколько уровней, учитывая особенности сложных корпусов. При этом в систему добавлена специальная DRC-проверка для контроля размещения компонентов в 3D.

С новой версией системы обновился триальный период – демонстрационная версия доступна на протяжении нового ознакомительного периода, даже если пользователь уже использовал демонстрационные версии Delta Design.

С полным списком новых функций, изменений и исправленных ошибок в Delta Design 2.7 Beta можно ознакомиться на сайте ЭРЕМЕКС: <https://www.eremex.ru/knowledge-base/delta-design/articles/istoriya-izmeneniy/>.

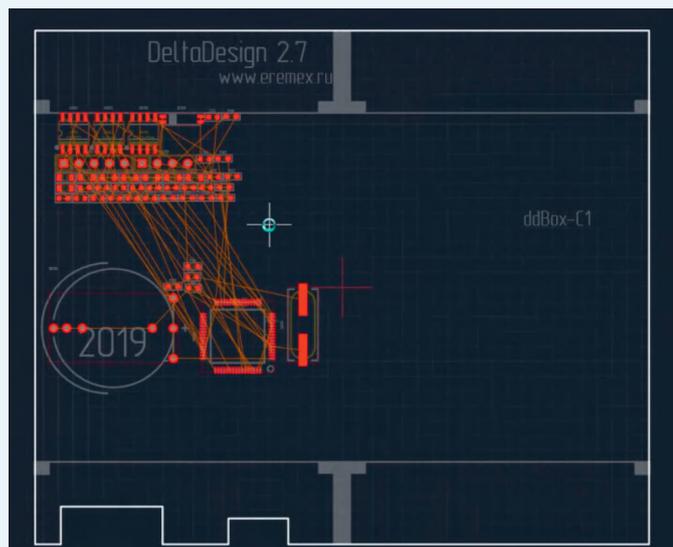


Рис. 1. Массовое размещение компонентов

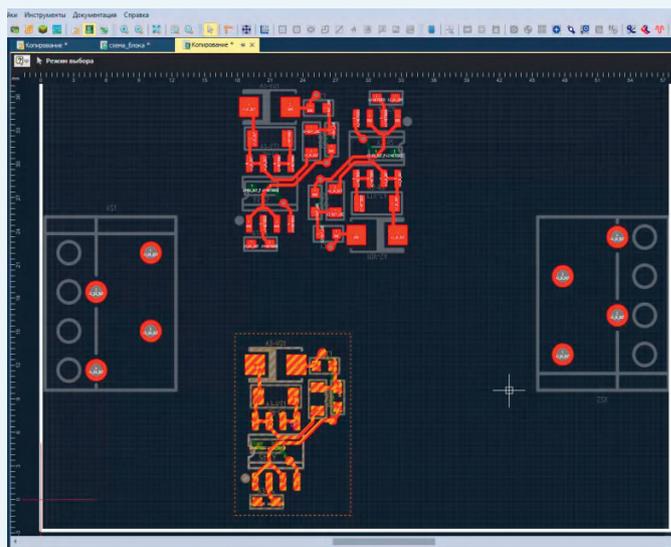


Рис. 2. Копирование объектов на плате

## ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

**Безвентиляторный промышленный компьютер на базе ЦПУ «Эльбрус-4С» для 19" стойки**

Российский производитель промышленных компьютеров AdvantiX выпустил первый промышленный безвентиляторный компьютер формата 2U на базе отечественного центрального процессора «Эльбрус-4С» для монтажа в 19" стойку.

Долгожданная новинка открывает новую страницу в истории импортозамещения компьютерного оборудования для промышленности и специальных применений.

Компьютер «Брусника ВКП-Б2/ЭЛ4С» создан на базе отечественного процессора «Эльбрус-4С» (1891ВМ8Я), он содержит четыре вычислительных ядра, которые работают на частоте 800 МГц, имеет кэш-память второго уровня общим объёмом 8 МБ, три канала памяти формата DDR3-1600 ёмкостью до 96 ГБ, три канала межпроцессорного обмена и дополнительный канал ввода-вывода. Новинка оснащена набором системной логики КПИ1991ВГ1Я, четырьмя портами USB 2.0 и портом DVI-I, RJ-45 и RS-232. Компьютер эффективно работает

при температурах +5...+40°C, что подтверждено испытаниями, проведёнными в аттестованной термокамере AdvantiX.



Главным преимуществом «Брусники» являются безвентиляторное исполнение и система пассивного охлаждения, что позволяет эксплуатировать устройство в круглосуточном режиме 24/7 в промышленных условиях. Корпус высотой 2U для монтажа в 19" стойку является достаточно компактным решением и идеально подойдёт для систем ответственного применения.

Микропроцессор «Эльбрус-4С», несмотря на относительно невысокую тактовую частоту, для многих задач обеспечивает производительность, сопоставимую с показателями ведущих зарубежных микропроцессоров. В процессоре реализована аппаратная поддержка для двоичной трансляции кодов Intel/AMD в многопоточном режиме. Этот метод

позволяет при необходимости запускать машинный код x86 на микропроцессорах «Эльбрус» в режиме бинарной трансляции.

«Брусника ВКП-Б2/ЭЛ4С» является доверенной отечественной вычислительной техникой: все ключевые компоненты, как программные, так и аппаратные, разработаны силами специалистов российской компании. Компьютер поставляется в комплекте с операционной системой «Эльбрус», а также поддерживает защищённую операционную систему реального времени «Нейтрино-Э». Операционные системы Windows XP и Astra Linux Special Edition поддерживаются в режиме бинарной трансляции.

Новинку по достоинству оценят структуры, которым необходима аппаратная платформа, позволяющая уверенно работать с ценной информацией, подлежащей надёжному хранению и защите. Заказчиками компьютера станут государственные корпорации, транспортные компании, организации оборонного комплекса, а также системные интеграторы, реализующие программу импортозамещения для своих клиентов.

[www.advantix-pc.ru](http://www.advantix-pc.ru)  
Тел.: (495) 232-16-93 доб. 22969

**Компактные программируемые 5-кВт AC/DC для работы от трёхфазной сети без подключения к нулевому проводу**

Работа без подключения к нейтрали упрощает установку оборудования в промышленных применениях. Компания XP Power представляет серию НРТ5К0 – ряд 5-кВт источников питания с высокой удельной мощностью и высоким значением КПД.

Анонсируемые приборы выполнены по резонансной топологии с переключением силовых ключей при нулевом напряжении. Они сертифицированы для применения в промышленном и ИТ-оборудовании, а также медицинской аппаратуре. Источники питания предназначены для работы от трёхфазной сети переменного тока (трёхпроводное подключение) в диапазоне изменения напряжения от 180 до 528 В. Поскольку нет необходимости в подключении к нулевому проводу, который часто недоступен в промышленных применениях, это радикально упрощает монтаж.

Встроенное цифровое управление предоставляет возможность регулировать выходное напряжение (0–105%) и выходной ток (0–105%) через аналоговые и цифровые интерфейсы. Также предусмотрен графический интерфейс пользователя для поддержки разработки системы и установки уникального профиля поль-

зователя, позволяя настроить модули НРТ5К0 к конкретному применению, включая сигналы и элементы управления без изменения аппаратных средств, тем самым, сокращая время разработки. Эта возможность также позволяет использовать одинаковый модуль в разнообразных применениях, уменьшая затраты.



Приборы серии НРТ5К0 поддерживают последовательные интерфейсы I<sup>2</sup>C, RS-232, RS-485 с разнообразными цифровыми протоколами, включая PMBus, CANopen, MODBUS и SCPI, предлагая разработчикам гибкость. Предоставляется подробная документация.

Выполненные в компактном корпусе для монтажа на шасси с размерами 330,2×127×127 мм источники питания характеризуются высокой удельной мощностью и КПД до 94%, занимая значительно меньше места, чем подобные изделия.

Источники питания могут быть скомпонованы последовательно и параллельно с полным распределением тока, обеспечивая гибкий, рентабельный и высокоэффективный строительный блок для создания си-

стем с высокими мощностями до 25 кВт с выходными напряжениями от 48 до 400 В.

Серия НРТ5К0 является идеальной для обширного ряда промышленных, технологических и полупроводниковых производств и медицинских применений, включая светодиодные устройства высокой мощности, такие как ультрафиолетовый прогрев. Представленные модули применяются в испытательном оборудовании, лазерах, устройствах управления электродвигателями, аппаратуре промышленной печати (2D и 3D), устройствах заряда электромобилей, моделировании АКБ и медицинской рентгенографии. Источники питания характеризуются очень высокой скоростью нарастания выходного напряжения (<40 мс), что делает их идеальными для ответственных испытательных применений. Регулирование скорости вращения охлаждающего вентилятора обеспечивает охлаждение модулей с минимальными акустическими шумами.

Источники питания серии НРТ5К0 разработаны и сертифицированы стойкими к электромагнитным помехам, они характеризуются уровнем генерируемых кондуктивных помех по Class B, помех излучения по Class A, гарантируя надёжную работу и простую сборку, ускоряя процесс сертификации законченной системы.

<http://prosoft.ru>  
Тел.: (495) 234-06-36

# Источники питания для монтажа на плату

- ✓ Низкая стоимость
- ✓ Высокая надёжность
- ✓ Короткое время выполнения заказа
- ✓ Стандартная площадь посадочного места
- ✓ Наивысшая удельная мощность



5 Вт  
AC/DC  
площадь  
1"×1"

## Маломощные источники питания AC/DC для установки на плату



### Серия ECE

- От 5 до 40 Вт
- Ультратонкие площадью от 1"×1"
- Герметизированное исполнение
- Одно- и двухканальные модели
- Потребляемая мощность в режиме холостого хода < 0,3 Вт



### Серия ECL

- От 5 до 30 Вт
- Ультратонкие
- Одно- и многоканальные модели
- Герметизированное исполнение и открытый корпус
- Потребляемая мощность в режиме холостого хода < 0,3 Вт



**Загрузите**  
интерактивное руководство  
по выбору преобразователей AC/DC и DC/DC

[www.xppower.com/literature\\_downloads](http://www.xppower.com/literature_downloads)



GREEN+POWER



Селектор для загрузки  
в мобильные устройства



20 Вт  
DC/DC  
площадь  
1"×1"

## Серии DC/DC-преобразователей в стандартном исполнении

### От 1 до 3 Вт

- Корпуса SIP и DIP
- Варианты со стабилизацией выходного напряжения и с низким коэффициентом стабилизации
- Входы 2:1, 4:1 и ±10%
- Гальваническая развязка вход-выход от 500 В до 6 кВ



### От 2 до 6 Вт

- Площади оснований 1"×1", 1"×2", 2"×2" и DIP-24
- Одно-, двух- и трёхканальные модели со стабилизированными напряжениями
- Широкий диапазон входного напряжения 2:1 и 4:1
- Гальваническая развязка вход-выход до 3,5 кВ



### Соответствие требованиям медицинских стандартов

- От 3 до 10 Вт
- IEC60601-1, 3-е издание
- Усиленная изоляция 4 кВ (переменный ток)
- Ток утечки на пациента 2 мкА



### Драйверы для светодиодных систем освещения

- От 5 до 48 Вт
- Ток нагрузки до 1000 мА
- Режим генератора тока
- КПД 95%



### Модели для поверхностного монтажа

- 1 и 2 Вт
- Варианты со стабилизацией выходного напряжения и с низким коэффициентом стабилизации
- Входы 2:1, 4:1 и ±10%
- Одно- и двухканальные модели



**XP** XP Power



# Чатботы для бизнеса: ожидания и реальность

Георгий Фомичёв (reangeorge@mail.ru)

**В статье рассматриваются чатботы как инструмент увеличения продаж, рассказывается о том, чем и как виртуальные собеседники могут помочь бизнесу, а также даётся ответ на вопрос, каковы перспективы искусственного интеллекта и есть ли они на самом деле.**

Для того чтобы любой бизнес развивался, необходимо всегда двигаться вперёд и опережать (предвосхищать) ожидания клиентов – эту истину я почерпнул на Horasis Global Meeting 2019, где я был модератором по теме роботов, чатботов и искусственного интеллекта.

Многие считают, что искусственный интеллект (ИИ) уже существует, однако в полной мере это не так. Есть попытки, зачатки, но говорить о полноценном ИИ пока не приходится.

Перед современным миром стоят сложные задачи: сокращение расходов и увеличение эффективности. Многим кажется, что это невозможно, хотя именно стремление вести бизнес эффективнее заставляет предпринимателей искать более совершенные технологии. Может быть, поэтому в России технологии развиваются с большим трудом, т.к. бизнес не создаёт потребность, а разработчики не готовы на свой страх и риск начинать делать что-то, не видя готовности бизнеса к внедрению.

Я глубоко убеждён, что следующие 10 лет для глобального бизнеса станут эрой всеобщей автоматизации и деперсонализации. Это связано с тем, что клиенты в глазах предпринимателей становятся всё более безликими и безэмоциональными. Многие компании переводят HelpDesk-центры на удалённое обслуживание и создают продукты, при использовании которых думать нужно по минимуму. Всё это приводит к интересным последствиям: с одной сто-

роны, потребитель получает готовую «коробку» в виде сервиса или продукта, но с другой – у него нет возможности эмоционально обменяться впечатлениями или мнением об этом продукте. Фраза «Ваш звонок очень важен для нас», по большому счёту, обман. В действительности он (звонок) не важен и даже неприятен, но компании не могут этого сказать прямо. При этом стремление сэкономить на обслуживании клиента налицо.

Лишение потребителя возможности обменяться мнением о продукте с компанией-производителем в будущем приведёт эту компанию к очень тяжёлым последствиям. Какие бы хорошие маркетингологи там ни работали, лучше потребителя никто не сможет рассказать о том, в чём продукт действительно хорош, а в чём нет.

Я наблюдаю подобную ситуацию применительно ко многим банкам, страховым компаниям и т.д. Когда клиент хочет поделиться своим мнением, мыслями, недовольством, компаниям в большинстве случаев это совершенно безразлично.

Какое отношение к этому имеют чатботы?

Всё просто: одни клиенты хотят разговаривать с живым человеком, другие готовы общаться с роботом (чатботом). Я бы даже сказал, что с роботом готовы общаться многие, но только в том случае, если он способен отвечать на их вопросы. Если чатбот ответить не может или отвечает неправильно, он

должен оперативно переводить вопрос на реального человека.

Вместе с тем необходимо наделить человека большими полномочиями, чтобы он мог действительно помочь клиенту в решении проблемы.

Очень часто компании просто «отписываются», сообщая, что они в курсе ситуации, но практически никогда не предлагают решение, особенно если речь идёт о финансовых вопросах.

Я постоянно сталкиваюсь с ситуацией, когда меня сознательно лишают возможности позвонить в компанию, которой я плачу деньги за продукт или сервис. С другой стороны, клиенту должна быть предоставлена возможность выбора коммуникации, чтобы он сам решал, какой вид связи наиболее предпочтителен: телефон, скайп или другой мессенджер. Подобный функционал существенно сблизил бы клиента и бизнес.

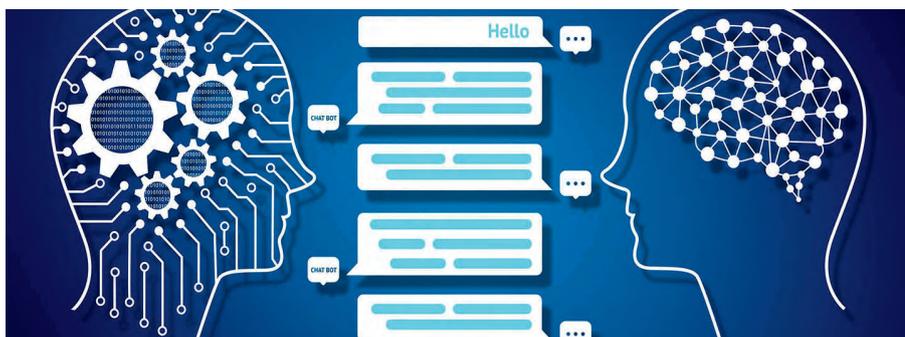
Несмотря на всеобщую уверенность в существовании ИИ, бытует мнение, что чатбот не может адекватно отвечать на основные вопросы. Здесь всё просто: чем лучше обучен чатбот, тем лучше он может отвечать на те или иные вопросы, т.е. уровень развития технологии находится на такой стадии, что для осуществления эффективной коммуникации чатботу необходимо иметь в памяти как можно большее число шаблонов по принципу вопросов и ответов.

Достигается это не просто и не быстро, зато в результате создаётся очень эффективный робот, который может помочь увеличить продажи и проконсультировать клиентов по новым продуктам.

Ненавязчивость – это главное, что должно быть реализовано при создании функционала чатбота. Чатбот не должен сам писать клиенту и спамить.

При эффективной настройке чатбота рост продаж может в среднем составлять от 10 до 25%, в зависимости от сложности продукта. С другой стороны, процесс совершенствования и улучшения можно осуществлять непрерывно, добиваясь более качественной коммуникации.

Большим плюсом является то, что чатбот может отвечать в любое время, – здесь также налицо существенная экономия расходов на персонал.



Самое главное, чтобы у клиента осталась возможность общения с реальным человеком для решения той или иной проблемы.

Некоторые бонусы можно скрывать от пользователей при общении с чатботом, например дополнительную скидку или бесплатную доставку, если речь идёт о физическом товаре. Ключ к успеху состоит в использовании данной технологии на сайте и в мессенджерах с донесением до клиентов информации о том, что, общаясь с чатботами, они смогут не только узнать ответы на свои вопросы, но и получить лучшую цену.

Перспективы чатботов, на мой взгляд, однозначны и могут позволять компаниям не только экономить, но и увеличивать продажи вкупе с ростом удовлетворённости клиентов.

Реальный опыт установки чатбота на сайт EnduranceLasers.com увеличил продажи на 30%. При этом, читая чатлоги, я вижу несовершенство ответов роботов, но вместе с тем замечая, что клиенты идут навстречу и задают вопрос несколько раз, формулируя его по-разному, чтобы получить результат. Кстати, о том, что клиент общается с чатботом, необходимо сообщать сразу.

В среднем чатбот отвечает более чем на 2000–3000 вопросов в месяц, экономя как минимум 30–50 ч рабочего времени.

В идеальной ситуации чатбот может помочь лучше ориентироваться на сайте или в продуктах компании, ведь подчас не очень востребованные товары или сервисы находятся за пределами прямого доступа клиентов.

В целом наличие чатбота существенно добавляет сайту интерактивности. Эта технология, безусловно, имеет широкие перспективы, главное – адекватно оценивать реальные возможности чатботов и разумно настраивать их. 

## НОВОСТИ МИРА

### ИТОГИ РАБОТЫ VIII ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ»

23 и 24 мая 2019 года в Москве прошла VIII Всероссийская научно-техническая конференция по теме «Электромагнитная совместимость».

Организатором конференции традиционно выступила компания «ТЕСТПРИБОР» при поддержке АО «Концерн «Радиоэлектронные технологии» (КРЭТ), АО «Российская электроника» с участием ФГУП ВНИИФТРИ.

В работе конференции приняли участие более 100 делегатов от 53 предприятий России и ближнего зарубежья: руководители и ведущие специалисты Минобороны РФ, компаний-разработчиков радиоэлектронной аппаратуры, авиационных и аэрокосмических предприятий, испытательных центров, предприятий-изготовителей и разработчиков испытательного и измерительного оборудования.

Приветственным словом к участникам открыл конференцию технический директор АО «ТЕСТПРИБОР» Николай Алексеевич Василенков. Он обратил внимание на то, что испытания на ЭМС сейчас актуальны как никогда, т.к. помогают предотвратить сбои и отказы в работе сложной бортовой аппаратуры, используемой в различных отраслях промышленности.

Первая часть конференции была посвящена метрологическому обеспечению испытаний на ЭМС, аттестации испытательного оборудования и нормативно-правовой базе испытаний технических средств на ЭМС.

Актуальные вопросы метрологического обеспечения испытаний были представлены в докладах ведущих специалистов головной организации по вопросам метрологического обеспечения обо-



ны ФГУП «ВНИИФТРИ» и специалистами АО «ТЕСТПРИБОР».

Доклады по теме анализа электромагнитной обстановки с использованием программных средств, дающих возможность оценить работу большой системы ещё на этапе её разработки, и провести мероприятия для устранения возможных проблем вызвали живой интерес.

Большое внимание на конференции было уделено защите радиоэлектронной аппаратуры от преднамеренных деструктивных электромагнитных и электрических воздействий, а также средствам их обнаружения.

Различные способы защиты РЭА были освещены в докладах представителей ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению», АО «ТЕСТПРИБОР», ООО «Элемком» и АО «СКТБ РТ».

Об общих проблемах обеспечения ЭМС и о необходимости возрождения системы обеспечения ЭМС на предприятиях КРЭТ говорили представители АО «Российская электроника» и АО «НИИАО».

Большой интерес слушателей вызвали доклады представителей ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», ФГУП «ВНИИОФИ», ФГУП «РФЯЦ ВНИИЭФ» и НИИ ПМЭ МАИ.

Ряд докладов об оборудовании для испытаний на ЭМС озвучили предприятия-изготовители. Помимо теоретической части, участники конференции могли ознакомиться с представленным оборудованием в демонстрационной зоне.

Особенностью конференции «ЭМС» является участие в ней представителей разных областей промышленности и науки. За 8 лет проведения форума были рассмотрены аспекты проектирования и испытаний оборудования транспорта, ВВТ, информационных технологий, промышленности и других.

Участники конференции выразили удовлетворение организацией мероприятия, отметили высокий уровень представленных докладов и необходимость ежегодного проведения подобных мероприятий.

Всероссийская научно-техническая конференция «Электромагнитная совместимость» в очередной раз подтвердила свой статус серьёзной площадки для создания конструктивного диалога между профессионалами, работающими в области ЭМС.

Следующая Всероссийская научно-техническая конференция «ЭМС» пройдёт в Москве в мае 2020 года.

# Перспективы развития информационно-вычислительных и радиофотонных систем на базе 3D М ФЭ ПМ

## Часть 3

Валерий Сведе-Швец (sooovs@mail.ru), Владислав Сведе-Швец, Станислав Сведе-Швец (Москва)

В третьей части статьи представлены решения высокопроизводительных архитектур информационно-вычислительных и радиофотонных систем на базе 3D М ФЭ ПМ с сетевой архитектурой.

### 3D ФЭ матричная ЭВМ с 256 ПЭ

Базовой архитектурой 3D М ФЭ ПМ является 3D ФЭ матричная ЭВМ с 256 ПЭ потоковой пространственно-временной перестраиваемой архитектуры (см. рис. 21), в состав которой входят:

- мезонинная LTCC-плата – 1 шт.;
- микросхемы 3D М ФЭ СБИС МП с 3D ФЭ СБИС ПЛ – 4 шт.;
- параллельный корпус 3D М ФЭ КП с линзовыми растрами – 1 шт.;
- микросхемы 3D М ФЭ СБИС НК с 3D ФЭ СБИС ПЛ – 2 шт.;
- цилиндрический корпус 3D М ФЭ КЦ с линзовыми растрами – 2 шт.;
- оптический мультиплексор 3D М ФЭ ОМ с призмами – 2 шт.;
- процессор 1892ВМ14Я с электронными схемами – 1 шт.;
- многоканальный электрический разъём для электрического питания

и функциональных электрических интерфейсов – 1 шт.

Пропускная способность 512 матричных фотонных бесконтактных линий связи – 819,2 Гбит; пропускная способность 256-канальных фотонных волоконных линий связи – 25,6 Гбит; число удалённых абонентов с двухсторонней связью и электромагнитной защитой – 64.

Достоинство 3D М ФЭ ПМ состоит в дистанционной программно перестраиваемой под конкретный алгоритм решаемой задачи архитектуре без извлечения 3D М ФЭ ПМ из базового изделия, в отличие от аппаратной прошивки в системах с ПЛИС.

Области применения: мобильные и стационарные информационно-вычислительные и радиофотонные объекты для гражданского и военного применения, в том числе сухопутного, авиационного и морского.

### 3D ФЭ матричная ЭВМ с 1024 ПЭ

Ещё одно решение – 3D ФЭ матричная ЭВМ с 1024 ПЭ потоковой пространственно-временной перестраиваемой архитектуры (см. рис. 22), в состав которой входят:

- базовый 3D М ФЭ ПМ – 4 шт.;
- оптический мультиплексор 3D М ФЭ ОМ с призмами – 4 шт.

Пропускная способность 2048 матричных фотонных бесконтактных линий связи – 3276,8 Гбит; пропускная способность 256-канальных фотонных волоконных линий связи – 102,4 Гбит; число удалённых абонентов с двухсторонней связью и электромагнитной защитой – 256.

Области применения: мобильные и стационарные информационно-вычислительные и радиофотонные объекты для гражданского и военного применения, в том числе сухопутного, авиационного и морского.

### 3D ФЭ матричный кластер с 4096 ПЭ

Другим решением является 3D ФЭ матричный кластер с 4096 ПЭ потоко-

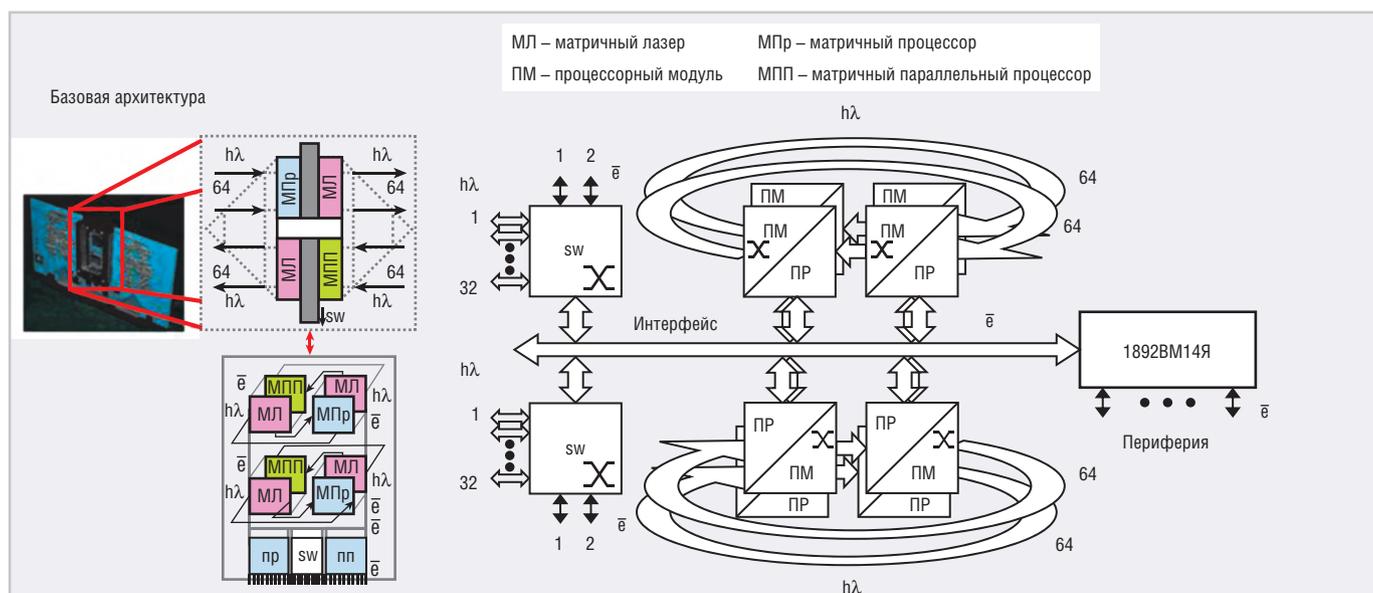


Рис. 21. 3D ФЭ матричная ЭВМ с 256 ПЭ

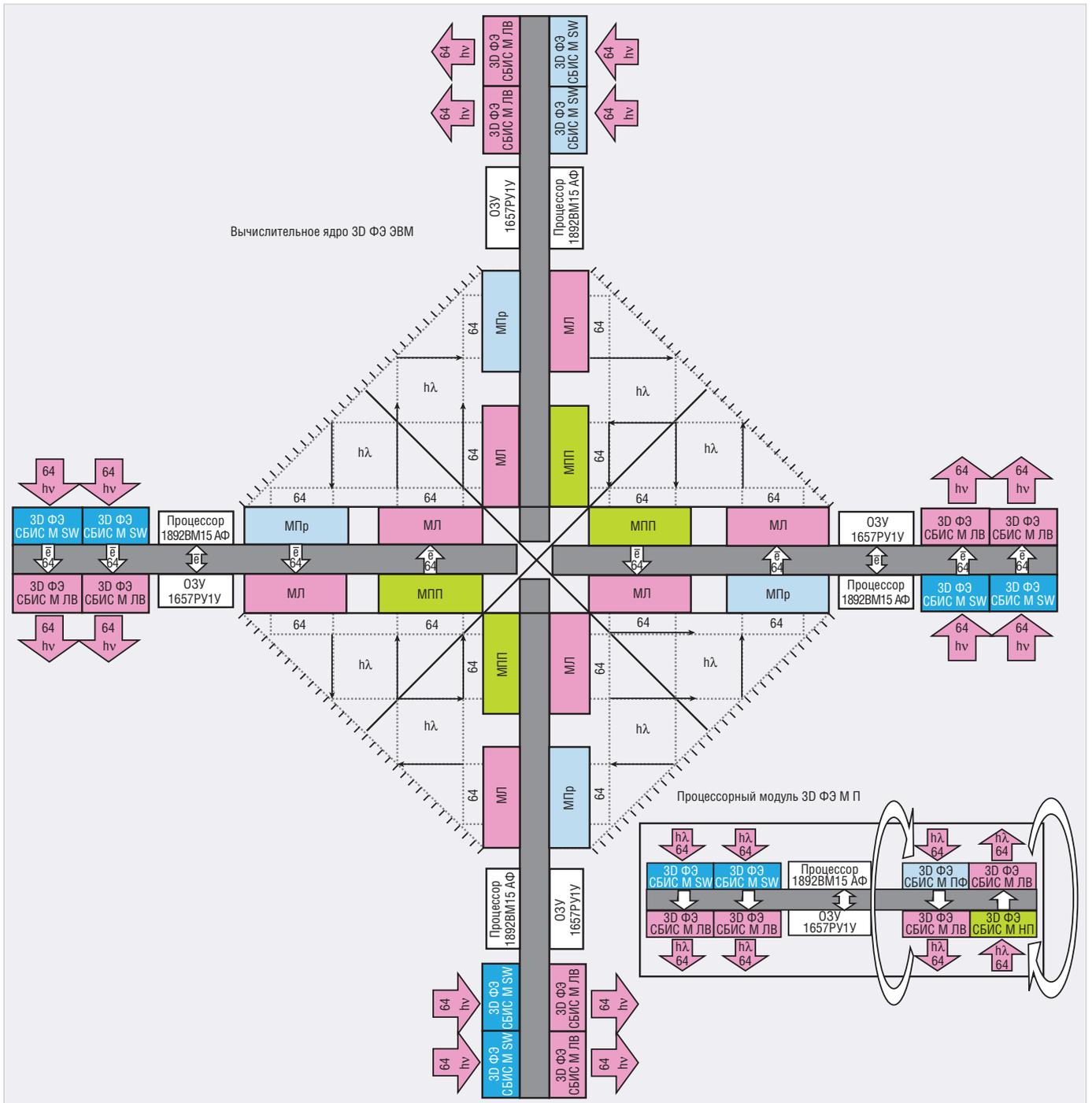


Рис. 22. 3D ФЭ матричная ЭВМ с 1024 ПЭ

вой пространственно-временной пере-страиваемой архитектуры (см. рис. 23), в состав которого входят четыре 3D ФЭ матричных ЭВМ с 1024 ПЭ.

Пропускная способность 8192 матричных фотонных бесконтактных линий связи – 13 107,2 Гбит; пропускная способность 256-канальных фотонных волоконных линий связи – 102,4 Гбит; число удалённых абонентов с двухсторонней связью и электромагнитной защитой – 256.

Области применения: мобильные и стационарные информационно вычислительные и радиофотонные объекты

для гражданского и военного применения, в том числе сухопутного, авиационного и морского.

### Матричная нейронная ЭВМ на базе 3D М ФЭ ПМ с 256 ПЭ

3D М ФЭ ПМ с трёхмерной архитектурой позволяют реализовать масштабируемые матричные нейронные ЭВМ с функциями искусственного интеллекта (см. рис. 24), такие как матричная нейронная ЭВМ на базе 3D М ФЭ ПМ с 256 ПЭ и функциями искусственного интеллекта на основе простран-

ственной фотонной сети (см. рис. 25), в состав которой входят:

- базовый 3D М ФЭ ПМ – 3 шт.;
- оптический волоконный многоканальный пространственный преобразователь – 6 шт.;
- фотонный сумматор (оптическая линза) – 3 шт.

Функция обработки – трёхуровневая, аналогово-цифровая; пропускная способность 1536 матричных фотонных бесконтактных линий связи – 2457,6 Гбит.

Области применения: мобильные и стационарные информационно-вычислительные и радиофотонные объек-

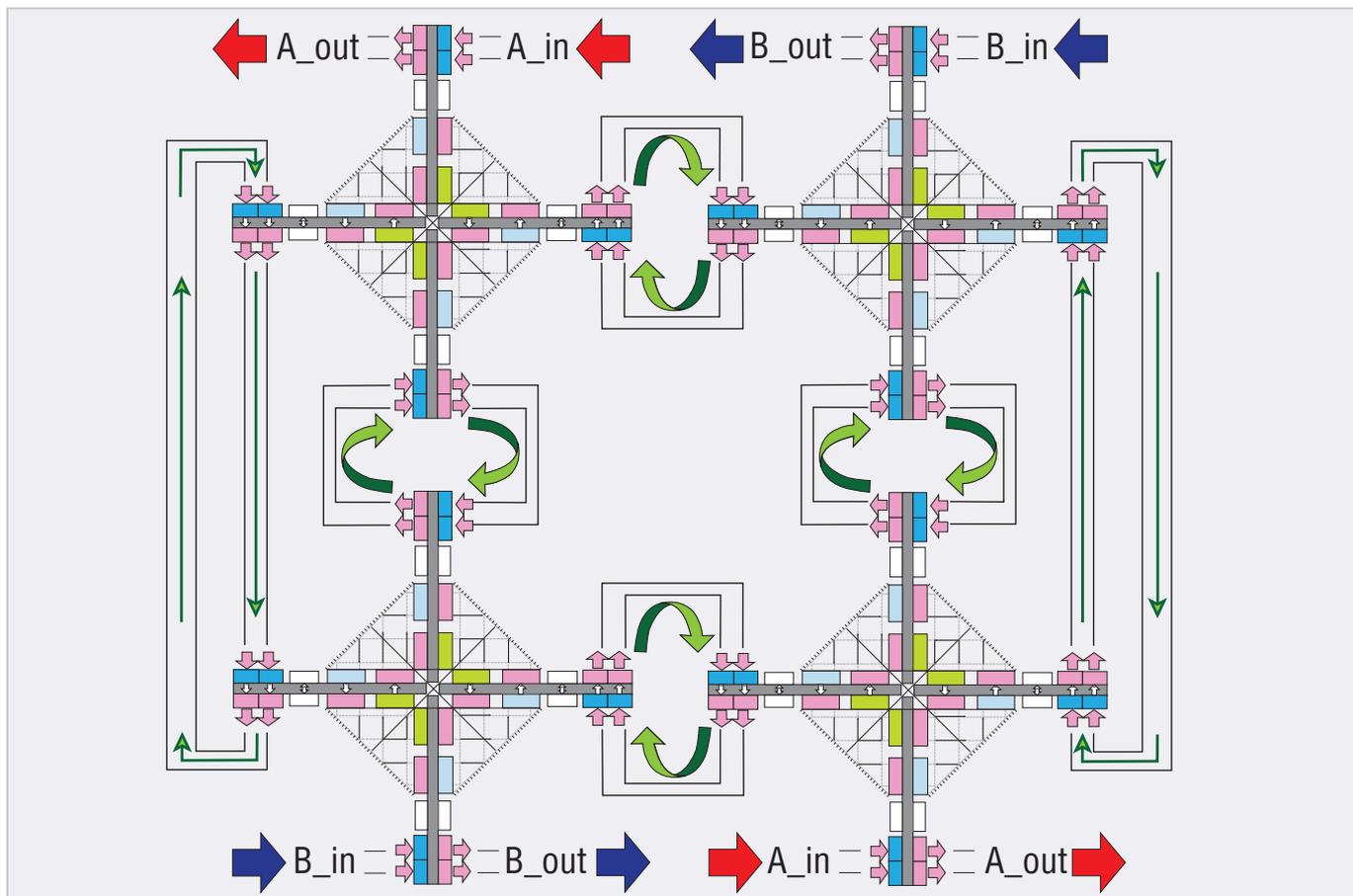


Рис. 23. 3D ФЭ матричный кластер с 4096 ПЭ

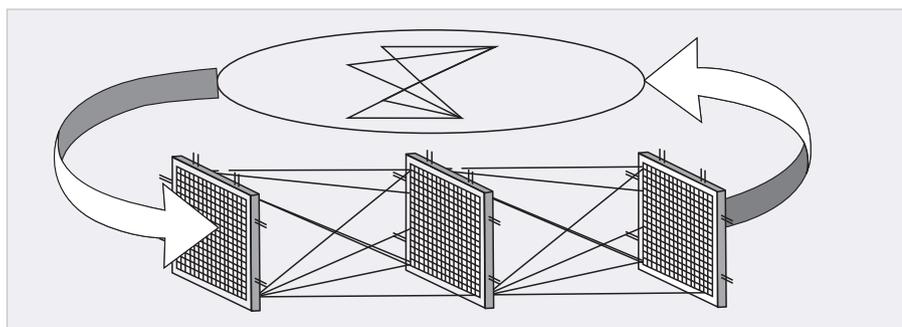


Рис. 24. Архитектура матричного нейронного процессора на основе пространственной фотонной сети



Рис. 25. Нейронная ЗВМ на базе 3D М ФЭ ПМ с 256 ПЭ

ты с искусственным интеллектом для гражданского и военного применения, в том числе сухопутного, авиационного и морского.

**256-КАНАЛЬНЫЙ РАДИОФОТОННЫЙ МАТРИЧНЫЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬ ДЛЯ ФАР X-ДИАПАЗОНА**

3D М ФЭ ПМ – базовый 256-канальный радиофотонный матричный вычислитель с наращиваемой архитектурой для фазированных антенных решёток X-диапазона (см. рис. 26). Он обеспечивает 256-канальный радиофотонный приём сигналов в X-диапазоне частот с применением оптического гетеродина и БПФ-функции обработки.

**3D МАТРИЧНАЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ПОТОКОВАЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ СРЕДА С 4096 ПЭ**

К числу архитектур на базе 3D М ФЭ ПМ относится 3D матричная пространственно-временная потоковая вычислительная среда с 4096 ПЭ и многоканальными мультиплексными оптическими элементами (см. рис. 27).

Пропускная способность такой вычислительной среды с 4096 ПЭ и

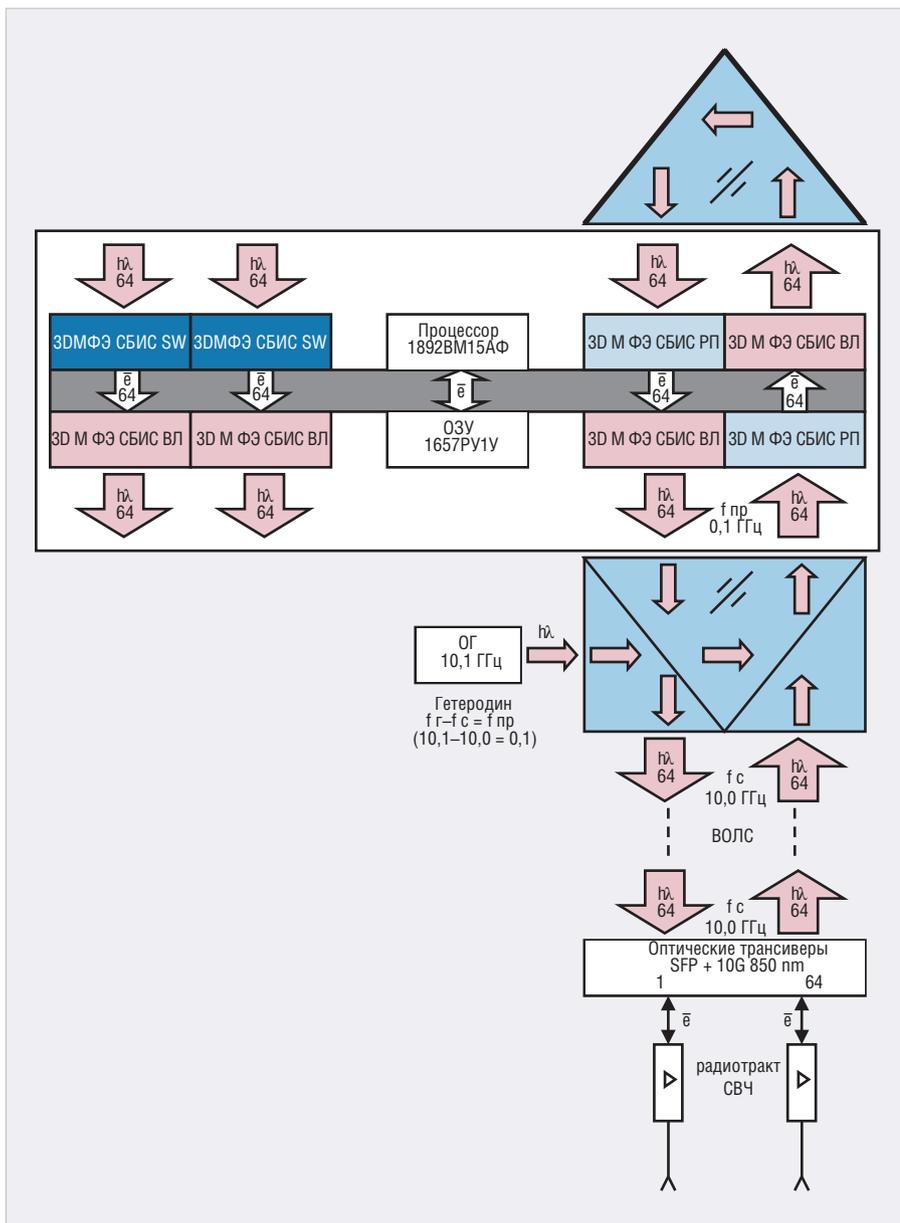


Рис. 26. 256-канальный радиофотонный матричный вычислитель с наращиваемой архитектурой для ФАР X-диапазона

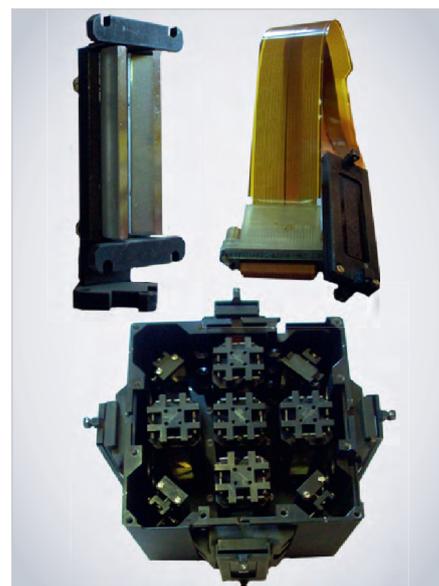


Рис. 28. 3D матричная пространственно-временная потоковая вычислительная среда с 4096 ПЗ и 8192 многоканальными фотонными бесконтактными линиями связи



Рис. 29. Процессорная плата стандарта 3U с 16 электронными портами 64-разрядного интерфейса EMIF и управляющим процессором 1892ВМ14Я

8192 многоканальными фотонными бесконтактными линиями связи (см. рис. 28) составляет 13 107,2 Гбит.

На рисунке 29 показана процессорная плата стандарта 3U с 16 электронными портами 64-разрядного интерфейса EMIF и управляющим процес-

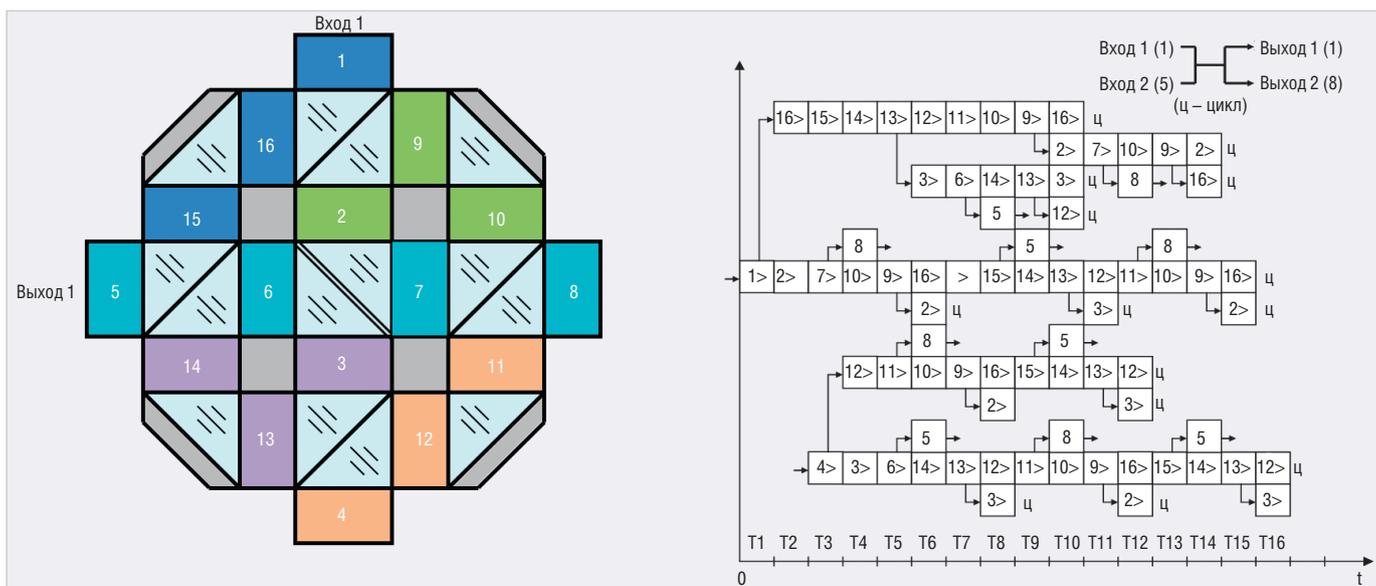


Рис. 27. 3D матричная пространственно-временная потоковая вычислительная среда с 4096 ПЗ и многоканальными мультиплексными оптическими элементами

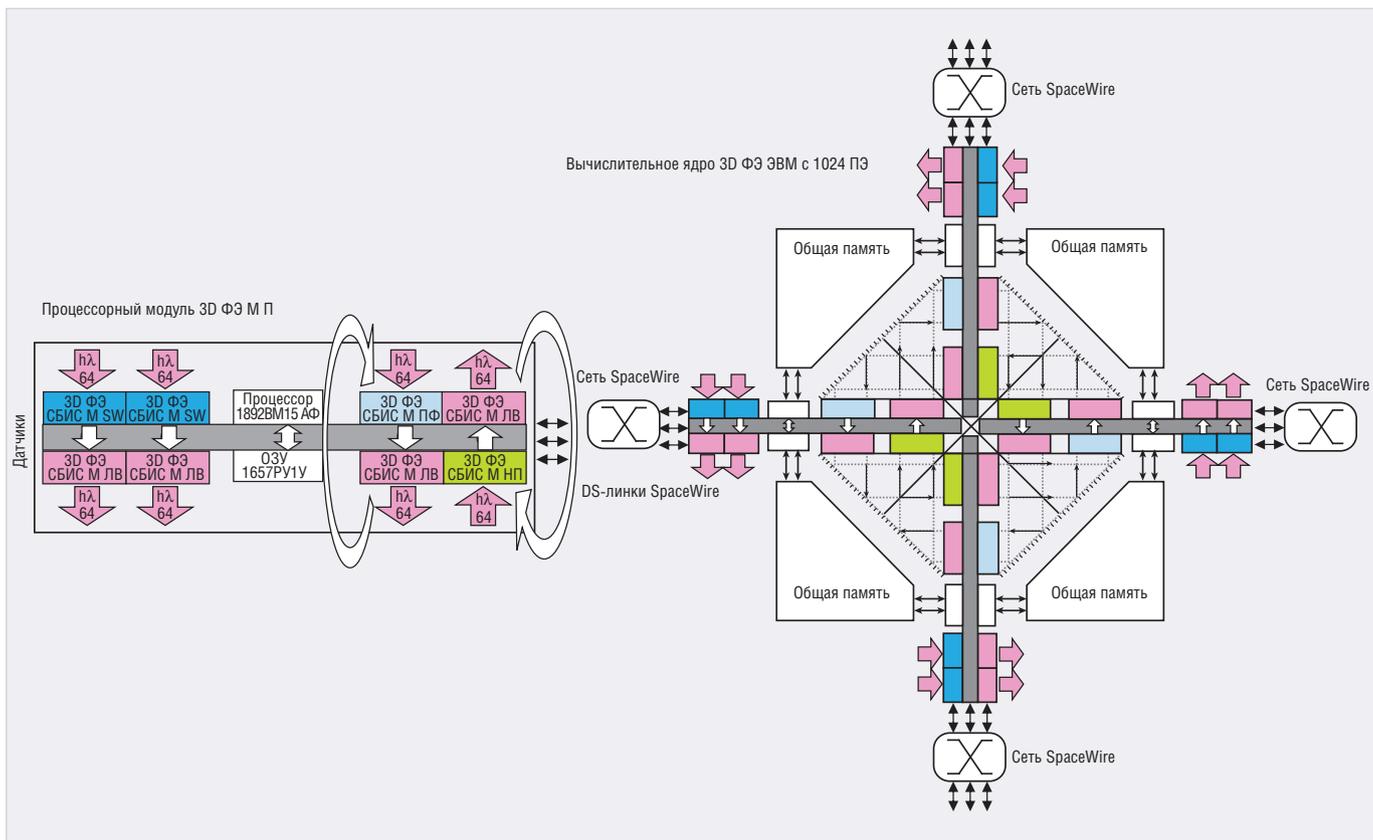


Рис. 30. Объектовая информационно-вычислительная система

сором 1892BM14Я для матричной пространственно-временной потоковой вычислительной среды.

**ОБЪЕКТОВАЯ ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА**

В состав объектовой информационно-вычислительной системы (см. рис. 30) входят:

- 3D ФЭ матричная ЭВМ с 1024 ПЭ (архитектура – реконфигурируемая конвейерно-кольцевая; вычислительный процесс построен по принципу про-

граммирования ПЛИС, где процессорные схемы матричных СБИС выстраиваются непосредственно под вычислительные алгоритмы коммутированием фотон-электронных каналов с АЦП, ЦАП и информационной связью «точка – точка»;

- общая полупроводниковая память;
- коммутационная сеть SpaceWire из 256 DS-линков с волоконными линиями связи и 8 DS-линков с электрическими линиями связи;
- базовые 3D М ФЭ ПМ с датчиками.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Предложенная кремниво-фотонная технология для создания 3D М ФЭ ПМ не изменяет принципа вычислительного процесса, заложенного в микропроцессорах, но увеличивает пропускную способность фотонных каналов обмена информацией, формирует устройства с трёхмерной архитектурой и обеспечивает повышенную защищённость информационно-вычислительных и радиофотонных устройств от воздействия электромагнитного импульсного оружия. ©

**НОВОСТИ МИРА**

**KEYSIGHT И QUALCOMM ПРОВЕЛИ ПЕРВЫЙ В МОБИЛЬНОЙ ОТРАСЛИ СЕАНС ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ 5G NR В РЕЖИМЕ FDD**

Keysight Technologies, Inc. объявила о том, что совместно с Qualcomm Technologies, Inc. провела первый в мобильной отрасли сеанс передачи данных 5G New Radio (NR) в дуплексном режиме с частотным разделением каналов (FDD). Это событие способствует ускорению всемирного внедрения данной технологии во всех основных частотных диапазонах 3GPP, использующих дуплекс с временным разделением каналов (TDD) и FDD.

Этот новый шаг в отрасли мобильной связи был сделан с помощью 5G-модема

Snapdragon X55 второго поколения компании Qualcomm Technologies с интегрированной многорежимной поддержкой и решений компании Keysight для эмуляции сетей 5G. Компания Keysight предоставляет возможность производителям устройств проверять многорежимные (FDD и TDD) изделия 5G NR в неавтономном (NSA) и автономном (SA) режимах.

Решения для эмуляции сетей 5G компании Keysight, опирающиеся на Платформу UXM для тестирования систем беспроводной связи 5G, уникальным образом позволяют производителям проверять устройства 5G NR на соответствие протоколу, требованиям в области ВЧ-характеристик и управления радио-

ресурсами (RRM) в диапазоне до 6 ГГц (FR1) и в миллиметровом диапазоне (FR2) для неавтономного и автономного режимов 5G NR.

Первые на рынке решения компании Keysight для сетей 5G позволяют производителям, применяющим 5G-модем Snapdragon X55, ускорить проверку устройств 5G. Область применения таких устройств очень широка – смартфоны со скоростью загрузки данных до 7 Гбит/с, промышленные устройства IoT, постоянно подключённые ПК и фиксированные устройства беспроводного доступа.

Дополнительная информация о решениях Keysight в области 5G приведена на странице [www.keysight.com/find/5G](http://www.keysight.com/find/5G).

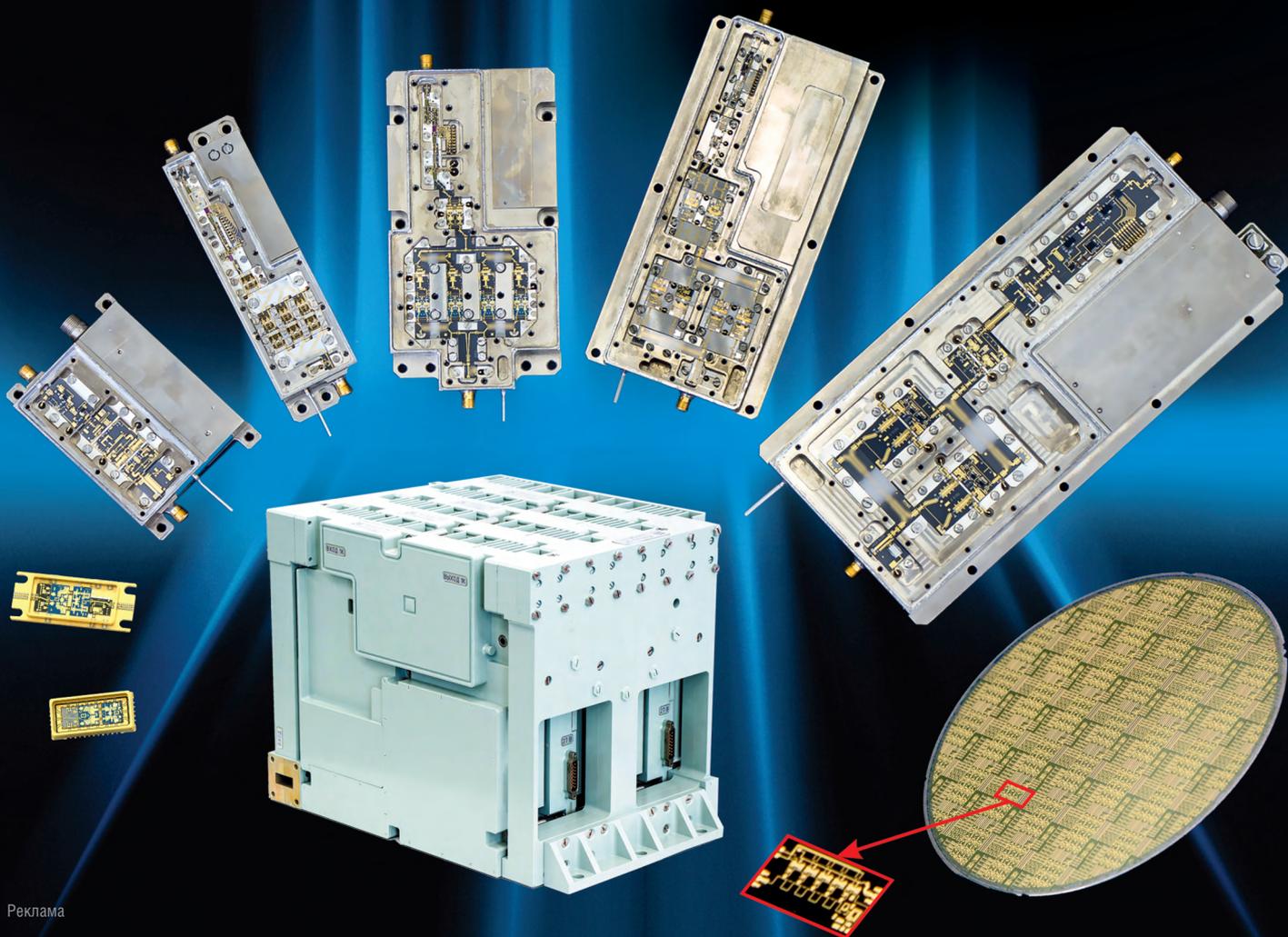


## ИНТЕЛЛЕКТ. КАЧЕСТВО.

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

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

## АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «МИКРОВОЛНОВЫЕ СИСТЕМЫ»



# С помощью решений от HARTING быстрый и надёжный интернет в поездах – это реально

Ольга Романовская (romanovskaya@prochip.ru)

Для путешественников, пользующихся поездами, высокоскоростной интернет в пути становится всё более востребованным. Как правило, интернет всё чаще нужен для работы во время поездки или для личных целей. Поэтому железнодорожные операторы должны предлагать соответствующую техническую инфраструктуру для удовлетворения растущих требований пассажиров. Это требует использования новых кабельных систем. Компания HARTING разработала решения для обеспечения надёжного и быстрого интернета в поездах.

Сети передачи данных в поездах и автобусах могут быть реализованы в будущем с использованием системы preLink® и кабелей EtherRail®, которые специально разработаны для железнодорожных применений.

Центральным компонентом системы preLink® является предварительно собранный блок, который позволяет быстро, просто и надёжно выполнять подключение кабеля (см. рис. 1). Он рассчитан на присоединение до восьми многожильных или одножильных проводов. С помощью монтажного инструмента все провода можно укоротить и присоединить за один приём. Абсолютно надёжный и собранный на месте кабель теперь подходит для каждого компонента preLink® и может быть в любое время установлен, отремонтирован или заменён. Это означает, что кабели и соединители можно заменять или монтировать по своему усмотрению независимо друг от друга.

Небольшой размер блока preLink® позволяет изготавливать кабели передачи данных с присоединёнными оконцовочными блоками отдельно, а потом просто монтировать их на месте сборки вагона (см. рис. 2). Минимальный диаметр установочного отверстия

всего 12 мм: этого достаточно для прокладки кабелей. После прокладки кабелей устанавливается соответствующий разъём в зависимости от подключаемого сетевого устройства. Для этого доступны разные виды интерфейсов: RJ-45 или M12 D- и X-кодирование (вилка или розетка) для передачи данных со скоростью до 10 Гбит/с. Все эти разъёмы имеют одинаковые фиксаторы для универсального оконцовочного блока preLink®. Важным преимуществом этого способа является абсолютная технологическая надёжность монтажа. Система отказоустойчива, а всегда одинаковая процедура монтажа обеспечивает постоянную точность и долговременную стабильность.

Последняя разработка – розетки M12, которые могут быть подсоединены с помощью preLink® (см. рис. 3).

preLink® может использоваться для удлинения кабеля в кабельной муфте (см. рис. 4), а также для подключения к проходному блочному разъёму M12 – в данном случае коннектор с кабелем будет надёжно зафиксирован.

Ещё одним нововведением является гнездо для печатной платы preLink®, которое позволяет подключать предварительно собранные кабели preLink®

непосредственно к печатной плате (см. рис. 5). В результате нет необходимости в постоянном разъёмном соединении: Ethernet можно быстро подключить непосредственно к печатной плате.

Комбинация модульной системы preLink® и кабеля EtherRail® является идеальным сочетанием для прокладки кабельных систем подвижного состава. Простые в установке разъёмы и кабели помогут оснастить поезда готовым к эксплуатации Gigabit Ethernet и внести важный вклад в обеспечение инфраструктуры для мобильного рабочего места в будущем.

Используя Ethernet по одной витой паре, операторы железных дорог могут снизить свои эксплуатационные расходы и оптимизировать производство с помощью применения системы PushPull, не требующей инструментов при монтаже. Цель использования Ethernet по одной витой паре в совокупности с миниатюрными разъёмами стандарта IEC 63171-3 – добиться снижения веса кабельных решений при одинаковой производительности. В соответствии со стандартом для Ethernet, по одной паре IEEE 802.3bp (1000 BASE-T1) кабель длиной до 40 м может передавать данные со скоростью 1 Гбит/с, тогда как длина кабеля примерно на треть меньше, чем у обычного 8-проводного кабеля Ethernet. Стандартный кабель с четырьмя парами для Ethernet 1/10 Гбит/с весит около 45 кг на километр. Напротив, кабель с одной парой с той же пропускной способностью весит всего 30 кг на километр. Поскольку в вагонах пассажирских поездов проложено несколько километров кабе-

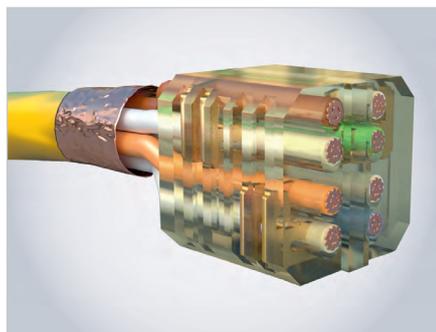


Рис. 1. Блок preLink



Рис. 2. Монтаж разъёмов preLink



Рис. 3. Разъёмы M12 preLink



Рис. 4. Разъём preLink для соединения типа кабель – кабель



Рис. 5. Джек preLink на печатную плату



Рис. 6. Разъёмы в корпусе PushPull

ля, использование кабельных систем с одной витой парой даёт значительный потенциал экономии веса транспортного средства.

Компания HARTING предлагает свои решения PushPull для упрощения сборки и обслуживания в железнодорожном секторе при одновременном повышении надёжности. Решения состоят из круглого разъёма M12 PushPull (см. рис. 6) в прочном металлическом корпусе, а также лёгкого и простого в использовании прямоугольного разъёма PushPull версии 4. Безопасная пере-

дача питания, данных и управляющих сигналов до категории 6A не представляет трудностей с этими решениями.

Преимущество разъемов PushPull заключается в установке без инструментов, независимо от того, используются ли круглые или прямоугольные версии. Разъемы просто захватываются и фиксируются внутренними зажимами. Слышимый щелчок при подключении указывает на то, что они были надёжно зафиксированы и правильно соединены – при этом экономится до 75% времени установки. Оба типа разъемов имеют степень защи-

ты IP67 и протестированы в соответствии со стандартом пожарной безопасности EN 45545-2.

Фирма HARTING в течение многих лет фокусировалась на железнодорожном секторе, и обширный портфель компонентов и решений компании был представлен в г. Эспелькампе на мероприятии «HARTING – решения для железной дороги».

## ЛИТЕРАТУРА

1. Пресс-релиз “HARTING makes fast and reliable internet in the train possible”.

## НОВОСТИ МИРА

### «Микрон» для музейной безопасности

31 мая 2019 года руководитель направления перспективных проектов ПАО «Микрон» Михаил Годенко в рамках деловой сессии «Музейная безопасность I Панельная презентация: создание третьего рубежа безопасности в музее: современные решения и практика их применения» XXI Международного фестиваля «Интермузей» представил разработку компании для защиты музейных экспонатов на базе технологий RFID и IoT, в том числе новинку – Mesh-датчик состояния.

«Интеграция передовых технологий „Микрона“ в музейную инфраструктуру обеспе-

чивает защиту культурных ценностей от несанкционированного доступа и контроль объектов, с высокой точностью фиксирует их положение в пространстве, а также дополнительно позволяет решить вопросы учёта и инвентаризации, контроля внешних условий», – отметил Михаил Годенко.

Продукция «Микрона» уже успешно применяется для различных задач, в том числе инвентаризации, защиты бренда и контроля контрафакта, автоматизации техпроцессов, складской и торговой логистики, автоматизации сельскохозяйственных предприятий, финансовых, образовательных и медицинских учреждений, а также для контроля и



управления доступом к различным объектам и единицам хранения.

Пресс-служба ПАО «Микрон»

# Интерфейсный мост UART-Ethernet для Интернета вещей

Олег Вальпа (sandh@narod.ru)

В статье описывается недорогой преобразователь интерфейсов, позволяющий подключить любое микроконтроллерное устройство к сети Интернет, а также приводятся схема подключения и методика настройки данного преобразователя.

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время стремительно развивается концепция Интернета вещей (IoT), что приводит к росту потребности в устройствах с сетевым доступом. Несмотря на общую сложность многоуровневой сетевой модели OSI (Open Systems Interconnection) и сетевых интерфейсов типа Ethernet, Wi-Fi и GPRS, существуют варианты простой организации сетевого доступа для различных устройств. Одно из таких решений описано далее.

Практически все микроконтроллеры имеют в своём составе универсальный асинхронный последовательный порт UART, который обеспечивает связь между ними и внешними устройствами. Если к данному порту подключить интерфейсный мост UART-Ethernet, то аппаратная часть задачи будет решена. Далее потребуется реализовать программную часть, т.е. адаптировать программу микроконтроллера к одному из стандартных сетевых протоколов.

Поскольку ресурсы большинства недорогих микроконтроллеров невелики и не позволяют хранить в своей памяти множество интернет-страниц, можно обойтись одним из самых распространённых протоколов – Modbus RTU. Программная реализация данного протокола возможна практически для всех микроконтроллеров, а существующий стандартный сетевой про-

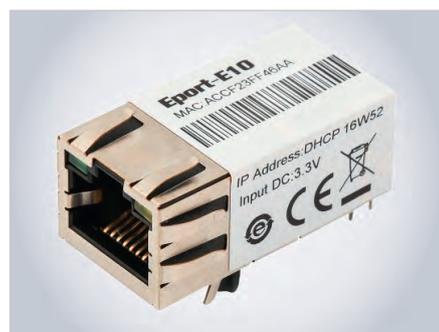


Рис. 1. Внешний вид модуля Eport-E10

токол Modbus TCP обеспечит двустороннюю связь микроконтроллерного устройства с внешним миром по сети.

## АППАРАТНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

В качестве аппаратного моста между интерфейсами UART и Ethernet предлагается использовать недорогой модуль Eport-E10 от компании Hi-Flying [1]. Он представляет собой электронное устройство в виде миниатюрного блока с встроенным сетевым разъёмом для интерфейса Ethernet. Внешний вид устройства показан на рисунке 1.

Модуль построен на современном АРМ-микроконтроллере с операционной системой Free RTOS. Технические характеристики модуля приведены в таблице 1. Типовая схема подключения Eport-E10 к микроконтроллеру приведена на рисунке 2. Расположение контактов модуля со стороны пайки показано на рисунке 3. Назначение контактов модуля и обозначения всех сигналов приведены в таблице 2. Для

подключения сетевого кабеля Ethernet в Eport-E10 имеется стандартный соединитель типа RJ-45 (см. табл. 3).

## ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

Поскольку модуль Eport-E10 имеет встроенную поддержку множества сетевых протоколов, для активации протокола Modbus TCP потребуется лишь сконфигурировать модуль с помощью любого браузера. Для выполнения данной процедуры необходимо подать питание на модуль и подключить его к компьютеру через стандартный сетевой кабель. В браузере необходимо ввести адрес 169.254.173.207 и дождаться появления окна авторизации модуля Eport-E10.

Если окно авторизации не появляется, следует убедиться в том, что модуль откликается на запросы. Сделать это можно из командной строки с помощью команды `ping 169.254.173.207`. Некоторые модули могут иметь IP-адрес 169.254.1.1. Для поиска IP-адреса модуля можно использовать специальную программу IOTService, которая доступна на сайте компании Hi-Flying [2] во вкладке *Downloads*. Данная программа также позволит произвести настройки различных параметров модуля или восстановить заводские настройки.

Таблица 1. Технические характеристики модуля Eport-E10

Параметр	Значение
Базовые параметры	
Напряжение питания, В	3,3
Рабочий ток, мА, не более	250
Потребляемая мощность, мВт, не более	700
Размер (Д×Ш×В), мм	33×18,6×15
Диапазон рабочих температур	-45 ... +85°C
Диапазоны температур и влажности хранения	-45 ... +105°C, 5...95%
Системные параметры	
Процессор / Частота	Cortex-M3 / 90 МГц
Память Flash / SDRAM	1 МБ / 128 КБ
Операционная система	Free RTOS
Порт Ethernet	
Тип соединителя	RJ-45 с двумя светодиодными индикаторами
Интерфейсный стандарт	10 / 100Base-T
Защита изоляции, кВ	2
Сетевой трансформатор	Интегрированный
Сетевые протоколы	IP, TCP, UDP, DHCP, DNS, HTTP Server/Client, ARP, BOOTP, AutoIP, ICMP, Web socket, Telnet, FTP, TFTP, uPNP, NTP, Modbus TCP
Протокол шифрования	SSL v3 AES 128Bit DES3
Последовательный порт	
Интерфейсный стандарт	3,3 В TTL
Количество информационных бит	5, 6, 7 или 8
Количество стоповых бит	1 или 2
Контрольный бит	Отсутствует, чётный, нечётный, пустой или маркерный
Скорость обмена, бод	600...921600
Управление потоком	Аппаратно RTS/CTS, DSR/DTR; программно Хон/Хофф; отключено

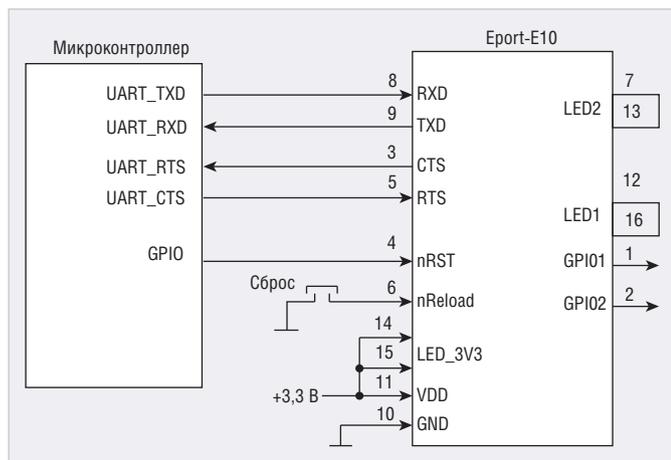


Рис. 2. Типовая схема подключения модуля Eport-E10 к микроконтроллеру

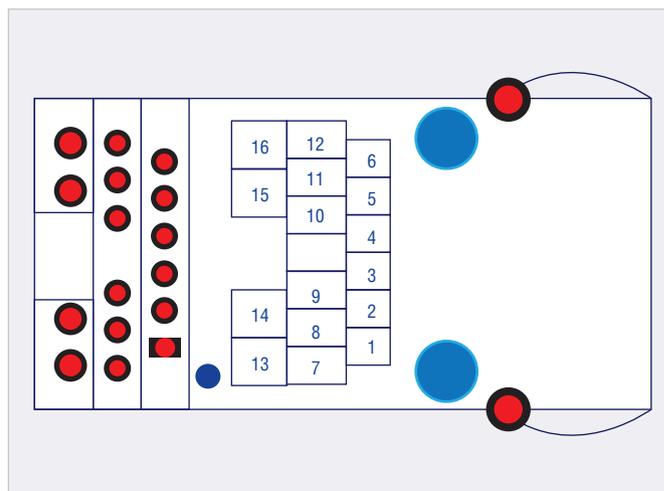


Рис. 3. Нумерация контактов модуля Eport-E10 со стороны пайки

Таблица 2. Назначение контактов модуля Eport-E10

Вывод	Обозначение	Назначение	Тип вывода	Примечание
1	GPIO1	Порт ввода-вывода	Вход/Выход	Можно назначить, как TXD2
2	GPIO2	Порт ввода-вывода	Вход/Выход	Можно назначить, как RXD2
3	CTS	UART0	Вход	Можно назначить, как GPIO3
4	nRST	Внешний сброс	Вход	Сброс низким уровнем
5	RTS	UART0	Выход	Может управлять RS-485
6	nReload	Многофункциональный	Вход	Перезагрузка процессора
7	LED2_Data	Индикация данных	Выход	Подключается к выводу 12
8	RXD	Приём данных	Вход	3,3 В TTL
9	TXD	Передача данных	Выход	3,3 В TTL
10	GND	Общий	Общий	Общий вывод питания
11	VDD	Питание модуля 3,3 В	Питание	+3,3 В
12	LED1_Link	Индикация подключения	Выход	Подключается к выводу 16
13	LED2	Индикатор 2 оранжевый	Вход	Подключается к выводу 7
14	LED_3V3	Питание индикатора 3,3 В	Питание	Подключается к источнику 3,3 В
15	LED_3V3	Питание индикатора 3,3 В	Питание	Подключается к источнику 3,3 В
16	LED1	Индикатор 1 зелёный	Вход	Подключается к выводу 12

Таблица 3. Назначение контактов соединителя RJ-45

Вывод	Обозначение	Назначение	Тип вывода
1	Tx+	Передача данных +	Выход
2	Tx-	Передача данных -	Выход
3	Rx+	Приём данных +	Вход
4		Не подключён	
5		Не подключён	
6	Rx-	Приём данных -	Вход
7		Не подключён	
8		Не подключён	
9	Shield	Корпусная земля	Общий

По умолчанию имя пользователя и пароль имеют одинаковое значение *admin*, которое необходимо ввести в соответствующие поля окна авторизации, после чего откроется главная страница настроек модуля Eport-E10 с именем *STATUS* (см. рис. 4). На ней отображаются MAC-адрес модуля, IP-адрес, версия программного обеспечения и другие параметры. Для изменения IP-адреса модуля необходимо переключиться на вкладку *SYSTEM SETTINGS*. Скорость порта UART, формат его данных и протокол обмена настраиваются на вкладке *SERIAL PORT SETTINGS*, сетевой протокол можно настроить на вкладке *COMMUNICATION SETTINGS*, где необходимо выбрать *Protocol Tcp Server* и *Route UART*. Для активации новых настроек следует нажать программную кнопку *Submit*.

В случае отсутствия нужной вкладки необходимо обновить программное обеспечение модуля. Для этого требуется загрузить с сайта [3] бинарные файлы программного обеспечения, затем открыть в браузере страницу с адресом *169.254.173.207/hide* и указать в открывшемся окне путь к загруженному бинарному файлу. Процесс обновле-

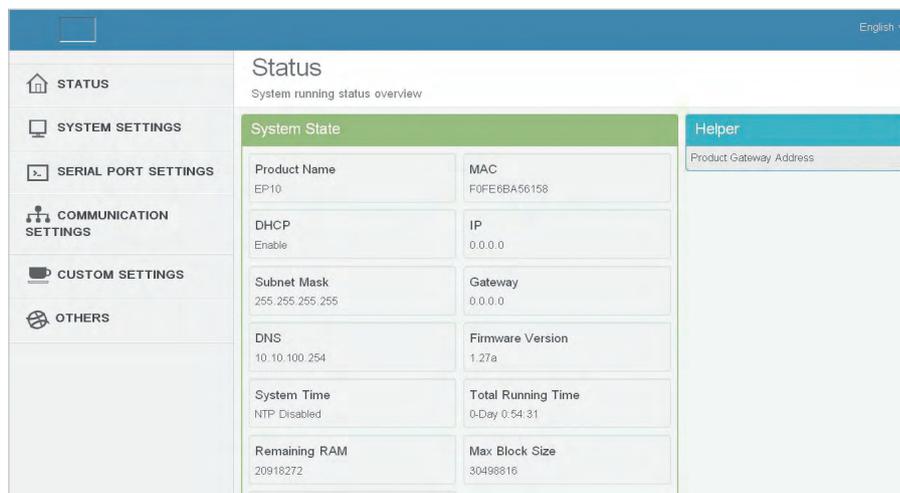


Рис. 4. Внешний вид страницы настроек модуля Eport-E10

ния занимает менее минуты. Более подробную информацию о модуле можно найти на сайте производителя.

Заключительной операцией для настройки модуля служит его перезагрузка посредством отключения и последующего включения питания. Теперь микроконтроллерное устройство будет доступно в сети по протоколу Modbus TCP и к нему можно обращаться для чтения или записи данных, в

качестве которых могут выступать температура, влажность, давление, скорость, произвольные настройки, коды команд и другие параметры. Зелёный и жёлтый индикаторы модуля Eport-E10 позволяют контролировать соединение с сетью и трансляцию данных соответственно.

Кроме предложенного варианта, существуют подобные решения с применением других модулей компании



Рис. 5. Внешний вид модуля Elfin-EE11



Рис. 6. Внешний вид модуля Elfin-EW11



Рис. 7. Внешний вид модуля Elfin-EG10

Hi-Flying [4]. Например, модуль Elfin-E11 позволяет осуществить преобразование интерфейса RS-485 в Ethernet. Внешний вид этого модуля показан на рисунке 5. Устройство выполнено в миниатюрном корпусе с встроенным разъёмом RJ-45, через который подключаются сеть, линии связи А и В порта RS-485, а также питание с помощью переходного адаптера, входящего в комплект поставки. Процедура настройки данного модуля аналогична описанной ранее.

Другой модуль, Elfin-W11, показанный на рисунке 6, обеспечивает преобразование интерфейса RS-485 в Wi-Fi. Модуль Elfin-EG10 позволяет подключить микропроцессорное устройство с интерфейсом RS-232 к сети GPRS. Он имеет слот для SIM-карты и малогабаритную антенну. Внешний вид модуля Elfin-EG10 показан на рисунке 7.

Компания Hi-Flying также производит множество других преобразователей интерфейсов. В зависимости от поставленной задачи можно подобрать

подходящее решение и быстро создать новое устройство с сетевым доступом.

### ЛИТЕРАТУРА

1. [www.hi-flying.com](http://www.hi-flying.com)
2. [www.hi-flying.com/index.php?route=product/product/show&product\\_id=247](http://www.hi-flying.com/index.php?route=product/product/show&product_id=247)
3. [www.hi-flying.com/index.php?route=product/product/show&product\\_id=182](http://www.hi-flying.com/index.php?route=product/product/show&product_id=182)
4. [www.hi-flying.com/nb-iotmodule](http://www.hi-flying.com/nb-iotmodule)
5. [www.hi-flying.com/network-device](http://www.hi-flying.com/network-device) ©



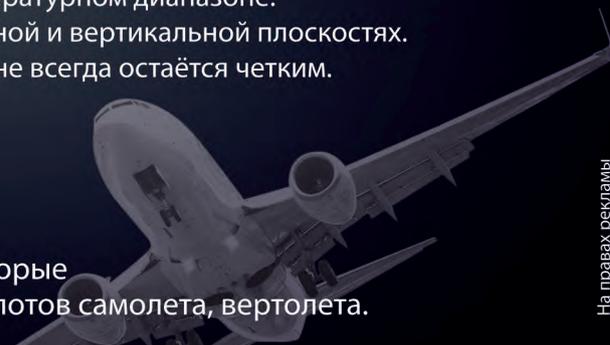
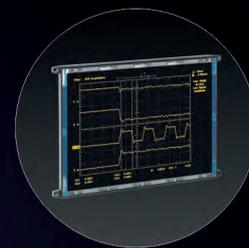
**Komponenta®**

**АО «Компонента» — официальный дистрибутор Lumineq предлагает со склада и под заказ электролюминесцентные дисплеи Lumineq для авиационной промышленности.**

### Отличительные особенности EL дисплеев:

- Высокая надежность.
- Высокая ударопрочность — стекло выдерживает удар 100 г и даже 200 г.
- Работа в широком диапазоне температур от -60°C до +85°C.
- Время отклика менее 1 мс во всем рабочем температурном диапазоне.
- Широкий угол обзора (более 170°) в горизонтальной и вертикальной плоскостях.
- Независимо от угла обзора изображение на экране всегда остаётся четким.
- Доступные размеры от 3,5" до 10,4".
- Отличное качество изображения.
- Виброустойчивость.
- Долгий срок работы.

Lumineq производит прозрачные дисплеи, которые могут быть ламинированы в стекло кабины пилотов самолета, вертолета.



На правах рекламы

☎ 8 495 150 2 150

🌐 [www.komponenta.ru](http://www.komponenta.ru)

✉ [info@komponenta.ru](mailto:info@komponenta.ru)

## Испытательная лаборатория

### АО «НАУЧНО-ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР «ИНТЕЛЭЛЕКТРОН»

Испытания и исследования электронных компонентов (ЭКБ)  
и радиоэлектронной аппаратуры (РЭА)



#### Виды работ:

- входной контроль
- диагностический неразрушающий контроль
- климатические испытания
- механические испытания
- испытания на надежность, сохраняемость
- проверка на отсутствие признаков контрафакта

#### Виды внешних воздействий:

синусоидальная вибрация; случайная широкополосная вибрация; механические удары однократного и многократного действия; линейные ускорения; повышенные и пониженные рабочие и предельные температуры; иней и роса; повышенная влажность воздуха; атмосферное пониженное и повышенное давление; солнечное излучение; статическая и динамическая пыль (песок); соляной (морской) туман; акустический шум; определение критических частот; проверка отсутствия критических частот в заданном диапазоне.



Аккредитованная испытательная лаборатория  
АО «НИЦ «ИНТЕЛЭЛЕКТРОН» соответствует требованиям  
ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009 к технической компетентности  
и независимости.

Область аккредитации включает в себя широкую номенклатуру  
ЭКБ отечественного и иностранного производства, а также аппа-  
ратуру, приборы, устройства и оборудование военного назначения.



## НОВОСТИ МИРА

**1 млн рублей для лучших проектов образовательной программы БФ «Система» и ГК «Микрон»**

Благотворительный фонд «Система» (оператор социальных инвестиций АФК «Система») и ПАО «Микрон», крупнейший производитель и экспортёр микроэлектроники в России, подвели итоги Всероссийской образовательной программы «Микроэлектроника. 157-й уровень».

В рамках демонстрационного дня команды-финалисты представили свои проекты в области Интернета вещей, сенсорики, робототехники и других перспективных сегментов микроэлектроники, разработка которых велась в течение года под руководством кураторов и наставников от вузов и от предприятий-партнёров.

По итогам голосования жюри самые высокие оценки получили команды четырёх технических вузов РФ (ДВФУ, МИЭТ, ТГУ и ТПУ), которые разделили грантовый фонд от БФ «Система» в размере 1 млн рублей.

Все представленные проекты имеют актуальную сферу применения и ориентированы на растущие сегменты технологи-

ческих рынков. Команды ДВФУ разработали DBS/SCS-нейростимулятор для купирования неврологических заболеваний и RFID+Bluetooth-метки для логистики и навигации на промышленных и добывающих предприятиях. Студенты МИЭТ представили роботизированный загрузчик пластин для микроэлектронного производства. Систему датчиков-газоанализаторов на основе mesh-сети для контроля утечек газа разработали студенты Томского государственного университета (ТГУ). Команда Томского политехнического университета (ТПУ) предложила решение по автоматизации производственного плана. Все проекты технически проработаны и доведены до стадии прототипа, сегментированы по рынку и имеют высокую степень готовности к серийному производству и внедрению.

Благотворительная образовательная программа «Микроэлектроника. 157-й уровень» была разработана БФ «Система» совместно с «Микроном» в 2018 году. Главная задача программы – подготовить инженеров нового поколения, соединив вузовскую теорию с практикой технологической индустрии. Тестируя новую модель образовательной

программы в формате learning-by-doing, с участием ведущих технических вузов и крупнейших производственных компаний, БФ «Система» ставит своей целью сократить существующий разрыв между компетенциями, которые студенты получают в вузе, и фактическими требованиями отрасли.

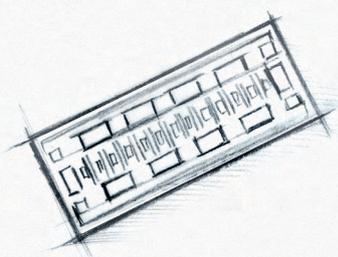
В образовательной программе участвовали студенты 3–4 курсов бакалавриата и 1–2 курсов магистратуры семи ведущих технических вузов России (ДВФУ, ТГУ, ТПУ, МИЭТ, МАИ, АГУ, УрФУ). В ходе программы они объединились в 22 проектные команды и под руководством опытных наставников работали над созданием продуктов в сфере робототехники, сенсорики, Интернета вещей и «умного» города, энергосистем и устройства связи.

В ходе программы участники прошли практический курс проектной работы, познакомились с техпроцессами крупнейшей микроэлектронной фабрики России, посетили авторские лекции и мастер-классы по актуальным темам развития технологической индустрии и управлению продуктом, что позволило разработать решения, которые могут быть использованы в серийном производстве.

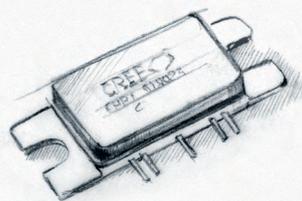
Пресс-служба ПАО «Микрон»

CREE

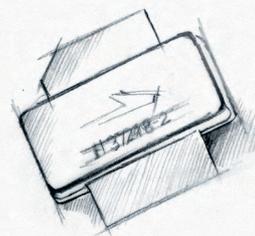
Wolfspeed

**НОВЫЕ МОЩНОСТИ — НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ****Кристаллы СВЧ-транзисторов GaN/SiC**

- Диапазон частот: DC...6,0 ГГц
- Выходная мощность: 8, 15, 30, 40 Вт
- Типовое усиление: 15–17 дБ
- Рабочее напряжение: 28, 40, 50 В

**Широкополосные GaN HEMT-транзисторы общего назначения**

- Диапазон частот: L, S, C, X
- Выходная мощность: 800 Вт – L-диапазон, 180 Вт – S-диапазон, 6 Вт – X-диапазон
- Типовое усиление: 13–20 дБ
- Рабочее напряжение: 28, 40, 50 В

**LDMOS-транзисторы**

- Диапазон частот: 400...1400 МГц, 420...960 МГц, 700...2200 МГц, 1800...2000 МГц, 2000...2200 МГц, 2300...2400 МГц, 2500...2700 МГц
- Выходная мощность: до 600 Вт
- Типовое усиление: 16–30 дБ
- Рабочее напряжение: 28, 30, 48, 50 В

**PROCHIP**  
POWERED BY PROSOFT

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

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

Реклама

## НОВОСТИ МИРА

### ЗАВЕРШИЛ РАБОТУ ЕЖЕГОДНЫЙ ФОРУМ «БЕЛЫЕ НОЧИ САПР 2019»

С 28 по 31 мая в Петергофе традиционно прошёл форум «Белые ночи САПР 2019». Главными темами ИТ в промышленности, а значит и темами форума уже несколько лет остаются цифровизация предприятий, Индустрия 4.0, создание цифровых двойников изделий.

Мероприятие было посвящено переходу к прагматичной работе по выстраиванию ИТ-процессов с использованием накопленных ранее «заделов» в виде комплексов PLM и BIM. Эксперты обсуждали, как сформировать взаимосвязь между имеющимися «цифровыми активами» предприятий и их целевым обликом.

В форуме приняли участие руководители предприятий, менеджеры, ответственные за процессы цифровизации, директора по ИТ, начальники ОАСУП и отделов САПР, а также руководители подразделений и ведущие специалисты предприятий со всей страны.

28 мая состоялся семинар «Применение решений консорциума «РазВИтие» для подготовки машиностроительного производства». Участники консорциума – компании разработчики отечественного инженерного ПО, совместно работающие над созданием тяжёлого PLM-комплекса: «АСКОН», «ЭРЕМЕКС», «ТЕСИС», АДЕМ, НТЦ «АПМ». В рамках семинара было в том числе представлено решение консорциума для проектирования РЭА. Семинар послужил неким разогревом для участников форума, которые вошли в рабочий ритм и активно работали все оставшиеся дни.

29 мая состоялись официальное открытие форума, пленарная и технологическая сессии, дискуссионная панель и, конечно же, была открыта технологическая выставка реальных изделий, спроектированных в программных продуктах членов консорциума: самолёт, мотоцикл, промо-бот.

Компания «Яндекс.Технологии» в рамках технологической сессии рассказала об успешном опыте применения САПР Delta Design TopoR при проектировании печатных плат для умного помощника «Яндекс.Станции». Девайс стал популярнейшей интерактивной частью экспозиции стенда «ЭРЕМЕКС».

Евгений Корнильев, заместитель директора по развитию компании «ЭРЕМЕКС», принял активное участие в па-

нельной дискуссии о цифровизации в промышленности, где эксперты и заказчики обменялись опытом и мнениями о цифровизации промышленных предприятий.

В завершающий рабочий день на форуме прошли секционные заседания, где докладчиками выступали исключительно представители промышленных предприятий. Они делились мнениями о том, как построены ИТ-инфраструктуры в их предприятиях, где

они добились наибольшего успеха, предложениями по мультиплицированию их успешных кейсов.

Форум «Белые ночи САПР», ежегодный проводимый компанией «АСКОН», стал важным и заметным мероприятием для всей ИТ-отрасли, удобной дискуссионной площадкой, где самой важной целью является обмен успешным опытом.

Пресс-служба компании «ЭРЕМЕКС»



## 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



# Создание доверенной аппаратно-программной платформы на базе решений компании «Доломант»

Алексей Боровиков, Денис Стулов, Олег Маслов (г. Пенза)

**В статье изложен один из подходов по созданию аппаратно-программной платформы на базе решений компании ЗАО «НПФ «Доломант», предназначенной для построения средств вычислительной техники, обрабатывающих информацию ограниченного доступа, которая обеспечивает необходимый уровень доверия. Указаны проблемы, с которыми сталкивается разработчик, и предложены способы их решения.**

При создании средств вычислительной техники (СВТ) в частности и автоматизированных систем в целом, предназначенных для обработки информации ограниченного доступа и её защиты, перед разработчиком возникает вопрос выбора аппаратно-программной платформы, которая не должна нарушать заданный алгоритм обработки информации и вносить функции, не предусмотренные особенностями функционирования целевой системы.

Подавляющее большинство подобных средств вычислительной техники построено на аппаратно-программных платформах импортного производства, для которых не обеспечиваются гарантии проектирования и архитектуры, а также зачастую отсутствует необходимый комплект конструкторской и программной документации, позволяющий обеспечить требуемый уровень доверия к указанным платформам.

В настоящее время вопрос повышения уровня доверия к средствам вычислительной техники, применяемым в автоматизированных системах для обработки информации ограниченного доступа, а также её защиты, является одним из приоритетных ввиду необходимости обеспечения в системах заданных характеристик безопасности информации, таких как конфиденциальность, целостность, доступность. С этой целью в каждой системе сертификации средств защиты информации, действующей на территории Российской Федерации, создаются и совершенствуются требования, предъявляемые к средствам вычислительной техники, в том числе к аппаратно-программным средам их функционирования, выполнение которых обеспечива-

ет необходимый уровень доверия к ним. Данные требования, к примеру, изложены в требованиях к межсетевым экранам, действующим в системах сертификации ФСТЭК России и МО РФ, а также в нормативных документах ФСБ России, определяющих требования к средствам криптографической защиты информации (СКЗИ) и требования к мультипротоковому оборудованию (МПО).

Дополнительно стоит отметить, что, помимо требований, приведённых в нормативно-правовых актах и руководящих документах, действующих в системах сертификации, необходимость применения доверенной аппаратно-программной среды функционирования в средствах вычислительной техники определяется условиями эксплуатации сертифицированных средств защиты информации, например аппаратно-программных модулей доверенной загрузки (АПМДЗ).

В общем случае для обеспечения соответствия необходимому уровню доверия и соответствия предъявляемым требованиям по безопасности информации для средств вычислительной техники, применяемых в указанных автоматизированных системах, необходимо выполнение следующих обязательных условий:

- гарантия проектирования и наличие конструкторской документации на аппаратную платформу;
- наличие исходного кода, программной документации и гарантированное отсутствие опасных функциональных возможностей в микропрограммном обеспечении аппаратной платформы;
- применение сертифицированных по требованиям безопасности информации общесистемного, прикладного и специального программного обеспечения по соответствующему уровню

контроля отсутствия недеklarированных возможностей;

- применение сертифицированных аппаратно-программных или программных средств защиты информации и средств антивирусной защиты для обеспечения невозможности работы несанкционированных пользователей и замкнутости программной среды.

При этом на объекте применения данных средств вычислительной техники необходимо обеспечить наличие конструктивных средств защиты от несанкционированного доступа к внутренним цепям, аппаратному обеспечению и внешним разъёмам, реализовать организационно-режимные и технические меры защиты, а также сформировать и применить регламент настройки и тестирования работоспособности и корректности работы используемых механизмов и средств защиты.

Выполнение указанных условий позволит создавать средства вычислительной техники (далее – изделия), отвечающие требованиям нормативно-правовых актов и руководящих документов по защите информации, и обеспечивающие необходимый уровень доверия к ним.

Учитывая распространённость, доступность, технические характеристики и стоимость аппаратных платформ на базе системной логики Intel, в большинстве случаев для создания средств вычислительной техники разработчики выбирают именно эти платформы. Ниже описан подход, позволяющий повысить уровень доверия к аппаратно-программной платформе на базе системной логики фирмы Intel.

Доверенная аппаратно-программная платформа (ДАПП) – это совокупность аппаратно-программных средств и коммуникационных ресурсов, для которых однозначно определены состав, архитектура, алгоритмы функционирования, условия применения, правила обработки информации, проведены исследования на соответствие требованиям по безопасности информации в объёме, согласованном с регулятором, и получены соответствующие разрешительные документы на программные компоненты, в

том числе на микропрограммное обеспечение. Для ДАПП однозначно должны выполняться следующие условия.

*Гарантия проектирования и наличие конструкторской документации на аппаратную платформу.* Для выполнения данного условия при проведении сертификационных испытаний по требованиям безопасности информации разработчику необходимо подтвердить, что аппаратная платформа выпускается на территории РФ и на неё имеется необходимая конструкторская и эксплуатационная документация, содержащая сведения о её составе, условиях эксплуатации, ограничениях по применению. Учитывая тот факт, что на российском рынке присутствуют аппаратные платформы отечественного производителя ЗАО «НПФ «Доломант», которые могут быть применены в ДАПП, обеспечить выполнение данного условия возможно в полном объёме.

*Наличие исходного кода, программной документации и гарантированное отсутствие опасных функциональных возможностей в микропрограммном обеспечении аппаратной платформы.* Для выполнения данного условия при проведении сертификационных испытаний по требованиям безопасности информации разработчику необходимо представить исходный код и документацию на микропрограммное обеспечение аппаратной платформы в объёме, достаточном для проведения соответствующих исследований, и при необходимости обеспечить доработку микропрограммного обеспечения, позволяющую гарантировать отсутствие опасных функциональных возможностей и уязвимостей в указанном программном обеспечении.

Для аппаратных платформ Intel микропрограммное обеспечение (ПО BIOS) разрабатывается зарубежными компаниями, и отечественные аналоги на российском рынке отсутствуют. Получить исходный код и программную документацию на микропрограммное обеспечение, а при необходимости доработать его, в настоящее время является крайне трудоёмкой и, в большинстве случаев, невыполнимой задачей.

*Применение сертифицированных по требованиям безопасности информации общесистемного, прикладного и специального программного обеспечения по соответствующему уровню контроля отсутствия недеklarированных возможностей.* Для выполнения данного условия разработчику необходимо обеспечить наличие соот-



**Компьютерный модуль CPC1311**

ветствующих сертификатов по требованиям безопасности информации на общесистемное, прикладное и специальное программное обеспечение.

На российском рынке присутствуют отечественные операционные системы ЗОСРВ «Нейтрино» (ООО «СВД Встраиваемые Системы»), ОС «Astra Linux» (АО «НПО РусБИТех») и другие. Данные операционные системы имеют соответствующие сертификаты и могут быть применены в ДАПП. Прикладное и специальное программное обеспечение имеет исходный код и документацию, пригодную для проведения сертификационных испытаний и получения соответствующих сертификатов. Таким образом, обеспечить выполнение данного условия возможно в полном объёме.

*Применение сертифицированных аппаратно-программных или программных средств защиты информации и средств антивирусной защиты для обеспечения невозможности работы несанкционированных пользователей и замкнутости программной среды.* Для выполнения данного условия разработчику необходимо обеспечить наличие соответствующих сертификатов по требованиям безопасности информации на средства защиты информации от НСД и средства антивирусной защиты. Учитывая тот факт, что на российском рынке присутствуют отечественные операционные системы, которые могут быть использованы в качестве средств защиты информации от НСД, и отечественные средства антивирусной защиты АО «Лаборатория Касперского» и «Доктор Веб», которые имеют соответствующие сертификаты и могут быть применены в ДАПП, обеспечить выполнение данного условия возможно в полном объёме.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что основной проблемой при создании ДАПП на базе системной логики фирмы Intel является получение ПО BIOS в исходных кодах и документации на него, достаточной для проведения сертификационных испытаний по требованиям безопасности информации. С целью определения возможности решения данной проблемы ведущими специалистами ПФ ФГУП «НТЦ «Атлас» и ЗАО «НПФ «Доломант» был проведён ряд исследовательских работ:

- выбор аппаратной платформы для ДАПП (ПФ ФГУП «НТЦ «Атлас» и ЗАО «НПФ «Доломант»);
- замещение ПО BIOS на программное обеспечение загрузчика операционной системы (ПО ЗОС), включающее в себя программу начальной инициализации и конфигурации аппаратного обеспечения, для выбранной аппаратной платформы (ПФ ФГУП «НТЦ «Атлас»);
- проведение функционального тестирования аппаратной платформы с ПО ЗОС (ПФ ФГУП «НТЦ «Атлас» и ЗАО «НПФ «Доломант»);
- определение возможности поставок аппаратной платформы с ПО ЗОС (ЗАО «НПФ «Доломант»).

В связи с тем что процесс разработки ПО ЗОС и организация производства аппаратной платформы занимает достаточно длительное время (от одного до двух лет), одним из основных критериев при выборе аппаратной платформы для ДАПП является срок жизни аппаратных компонент (EOL). Исходя из данного критерия, в качестве базового модуля для аппаратной платформы выбран компьютерный модуль CPC1311 (см. рис. ) с EOL до 2030 г.

Компьютерный модуль CPC1311 выполнен в формате Com Express mini



(тип 10). Изделие ориентировано на российских OEM-заказчиков нестандартных вычислителей для использования в системах повышенной ответственности, а также функционирующих в жёстких условиях окружающей среды.

CPC1311 построен на базе промышленного многоядерного процессора Intel Atom семейства BayTrail с 64-разрядной архитектурой. Отличительными особенностями данных процессоров являются крайне низкое энергопотребление (до 10 Вт), поддержка памяти ECC и мощный графический контроллер. В CPC1311 используются два исполнения процессора: высокопроизводительное на базе 4-ядерного процессора E3845 с частотой 1,91 ГГц и энергоэффективное на базе 2-ядерного E3825 с частотой 1,33 ГГц. Использование процессора с 4 ГБ оперативной памяти DDR3L с поддержкой ECC и твердотельным диском 8 ГБ позволяет использовать изделие в качестве самодостаточного встраиваемого компьютера, способного решать большинство прикладных задач.

Мультимедийные возможности CPC1311 включают в себя видеоконтроллер с интерфейсом LVDS (разрешение до 2560×1600 пикселей) и современный аудиокодек класса HD. Встроенные в процессор функции декодирования видео позволяют применять модуль в системах, связанных с обработкой мультимедийных потоков.

Посредством разъёмов высокой плотности разработчикам доступен большой арсенал высокоскоростных интерфейсов: 1 Гбит Ethernet, 5 USB 2.0, USB 3.0, 2 SATA II, 3 PCIe x1 (дополнительно одна линия PCIe может быть получена вместо Ethernet). Из дополнительных возможностей следует отметить встроенную поддержку шины CAN 2.0, востребованную в системах реального времени, прежде всего на транспорте.

Все компоненты CPC1311 расположены непосредственно на плате, что обеспечивает высокую стойкость изделия к ударным и вибрационным нагрузкам. Возможно исполнение модуля с влагозащитным покрытием. Диапазон рабочих температур CPC1311 составляет от -40 до +85°C. Компьютерный модуль CPC1311 по надёжности, производительности и возможности его применения в жёстких условиях эксплуатации в полной мере подходит для построения изде-

лий доверенного управления СКЗИ и межсетевого экранирования.

В результате проведения исследовательских работ:

1. Разработано и проведено функциональное тестирование ПО ЗОС для компьютерного модуля CPC1311. Компьютерный модуль CPC1311 с ПО ЗОС реализует начальную инициализацию и конфигурацию аппаратной платформы и обеспечивает загрузку операционных систем, таких как ЗОСРВ «Нейтрино», Astra Linux и Windows 7.
2. Из ПО ЗОС исключены потенциально опасные функциональные возможности встроенного в центральный процессор микроконтроллера Intel Trusted Execution Engine (TXE), эксплуатация которых может привести или создать условия для нарушения заданных характеристик безопасности обрабатываемой информации.
3. Определена возможность производства и поставки компьютерных модулей CPC1311 с ПО ЗОС с 5-й приёмкой.
4. Программная документация на ПО ЗОС, по составу и содержанию обеспечивающая возможность проведения сертификационных испытаний по требованиям безопасности информации в системах сертификации МО РФ и ФСТЭК России, находится на заключительной стадии разработки. Ориентировочные сроки получения соответствующих сертификатов по требованиям безопасности информации – первый квартал 2020 года.
5. Разработано методическое и технологическое обеспечение по разработке и отладке ПО ЗОС для компьютерного модуля CPC1311, позволяющие существенно ускорить разработку ПО ЗОС для аппаратных платформ с меньшим EOL (5–7 лет). В ближайшей перспективе планируется разработка ПО ЗОС для компьютерного модуля CPC1304 (с центральным процессором Intel Xeon E3), на базе которого возможно построение высокопроизводительных и высоконадёжных вычислителей для автоматизированных рабочих мест оператора.

Таким образом возможно создать доверенную аппаратно-программную платформу на базе аппаратных решений компании ЗАО «НПФ «Доломант» для её применения в изделиях, обрабатывающих и осуществляющих защиту информации ограниченного доступа в соответствии с требованиями по безопасности информации в системах сер-

тификации МО РФ, ФСТЭК России и ФСБ России.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Агеев Е.Л. UEFI замена BIOS. Гагаринские чтения 2018. 2018. С. 46–47.
2. Сазонов С.А. Programming ROM BIOS Extension of a personal Computer. RSDN Magazine. 2008. № 4. С. 12–16.
3. Лыдин С.С. О средствах доверенной загрузки для аппаратных платформ с UEFI BIOS. Вопросы защиты информации. 2016. № 3. С. 45–50.
4. Иванников П.В., Алтухов Н.О. Современные типы атак на BIOS. Молодёжный научно-технический вестник. 2015. № 6. С. 20.
5. Счастливый Д.Ю. Перспективы развития средств доверенной загрузки. Взгляд разработчика. Вопросы защиты информации. 2017. № 3. С. 27–28.
6. Чекин Р.Н. Современные угрозы безопасности обработки информации со стороны встроенного программного обеспечения. Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. 2016. № 1. С. 54–55.
7. Добросердов К.О. Сравнительный анализ возможностей унифицированного расширяемого микропрограммного интерфейса. ИТ-СТАНДАРТ. 2015. № 3. С. 54–62.
8. Попов К.Г., Шамсутдинов Р.Р. Актуальные вопросы технических наук: теоретический и практический аспекты. – М.: Аэтерна, 2015. С. 57–72.
9. Алексеев Д.М., Иваненко К.Н., Убирайло В.Н. Доверенная загрузка как механизм информационной безопасности. Влияние науки на инновационное развитие. 2017. С. 19–20.
10. Чепанова Е.Г. Формирование критериев сравнения модулей доверенной загрузки. Вопросы защиты информации. 2014. № 4. С. 60–63.
11. Беляева Е.А. Комплексная оценка функциональных возможностей аппаратно-программных модулей доверенной загрузки. Безопасность информационных технологий. 2013. № 1. С. 81–82.
12. Беляева Е.А., Модестов А.А. Классификация функциональных возможностей аппаратно-программных модулей доверенной загрузки. Безопасность информационных технологий. 2013. № 3. С. 75–77.
13. Хрусталёв А.О. Аппаратно-программный модуль доверенной загрузки. Аллея науки. 2017. № 10. С. 800–804.
14. Zimmer V. Embedded Firmware Solutions. 2015. NY: A-Press One. С. 55.
15. Sallibun D. BIOS Ninjutsu Uncovered. 2006. NY: A-Press One. С. 720.





ЗАО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «ДОЛОМАНТ»

ОТВЕТСТВЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА  
ДЛЯ ЖЕСТКИХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

2019

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

# Эволюция технических требований к унифицированным модулям питания

Анатолий Миронов (maapwr@rambler.ru)

В статье рассматриваются технические требования к современным унифицированным модулям электропитания, анализируются конкретные примеры их реализации.

Унифицированные модули питания (МП) выпускаются практически всеми предприятиями, изготавливающими средства электропитания. Тому есть простое объяснение: проведя разработку, такие приборы можно выпускать крупными партиями длительное время.

Ещё недавно потребителя устраивал такой минимальный функционал МП, как дополнительный вывод управления включением с помощью маломощного сигнала логического характера и дополнительный вывод подстройки выходного напряжения в диапазоне  $\pm 5... \pm 10\%$  аналоговым способом. Для мощных МП добавлялись выводы выносной обратной связи (ОС) для стабилизации напряжения на удалённой нагрузке и узел, выравнивающий выходные токи МП при параллельном соединении на выходе. Кроме того, МП должны иметь возможность запускаться и работать на ёмкостную нагрузку, иметь хорошую динамику выходного напряжения при импульсной нагрузке.

КПД МП как таковое потребителя интересует редко. КПД больше беспокоит разработчика, т.к. малое его значение приводит к перегреву и, следовательно, к снижению надёжности МП. А такие возможности, как защита от перегрева, перегрузок и короткого замыкания, перенапряжений на выходе, потребителем даже не рассматриваются. Они просто должны быть, поскольку обеспечивают надёжность МП во всех режимах работы нагрузки, как корректных, так и нет.

Но функциональные возможности МП, пусть и самые современные, зафиксированные единой в техническом задании, через некоторое время начинают устаревать. Причём удельный вес новых требований к унифицированным МП постоянно увеличивается. Рассмотрим, как изменились некоторые требования к функциональным возможностям МП в последнее время и какими способами разработчики их реализуют.

Одним из важных требований зачастую выступает необходимость работы МП на

увеличенную ёмкость нагрузки. Эта задача распадается на две части: запуск МП на увеличенную ёмкость нагрузки и устойчивая работа на неё. Вторая часть при правильно спроектированном МП обычно не вызывает дополнительных трудностей – увеличенная выходная ёмкость повышает устойчивость преобразователя, улучшает его динамические характеристики при скачкообразном изменении тока нагрузки. Иное дело – запуск. В традиционном МП на запуск отводится определённое время (несколько миллисекунд), в течение которых выходное напряжение должно достичь номинального значения. Если этого не происходит, узел управления (УУ) МП трактует это как перегрузку. Следует выключение МП с последующим его автоматическим включением и следующая попытка запуска. Такой алгоритм делает работу силовых элементов МП безопасной. Если после каждой попытки напряжение на нагрузочной ёмкости увеличивается, то в конце концов оно достигнет номинального значения и запуск завершится удачно. Однако при этом время выхода на режим значительно увеличится, что может быть неприемлемо для потребителя.

На рисунке 1 показаны выходные характеристики МП (зависимости 1 и 2), реализующие описанный алгоритм работы.

Управляющие контроллеры первых поколений (типа UC3842 и аналогичные) в режиме перегрузки по току ограничивают ток через силовой ключ, а, значит, и средний выходной ток. При уменьшении сопротивления нагрузки это приводит к уменьшению выходного напряжения и напряжения питания контроллера. При достижении последним значения напряжения выключения  $U_{\text{выкл}}$  – к выключению, многократному уменьшению среднего потребляемого тока и последующему за ним увеличению его питающего напряжения до значения напряжения включения  $U_{\text{вкл}}$  и повторному включению МП. Контроллеры последних поко-

лений (типа LM5026) реализуют и другой алгоритм защиты – каждый импульс, в течение которого имеет место перегрузка, формирует на аналоговом входе компаратора защиты квант напряжения. Выходное напряжение при этом сохраняется стабилизированным. Когда напряжение на аналоговом входе компаратора защиты, увеличиваясь, достигает порогового значения, происходит выключение МП также с последующим автоматическим перезапуском.

Собственно же значение ёмкости нагрузки, номинальное и максимальное, при котором ещё происходит запуск МП, фиксируется в технических условиях (ТУ) в виде некоторой расчётной формулы или таблицы. В МП серии МДМ ООО «АЕДОН» [1], например, указывается, что для МП выходной мощностью 30 Вт и номинальным выходным напряжением 27 В номинальное значение выходной ёмкости  $C_{\text{ном}}$ , при котором обеспечивается время включения не более 100 мс, составляет 20 мкФ. Максимальное же значение выходной ёмкости  $C_{\text{макс}}$ , при котором гарантируется включение МП, составляет 55 мкФ. Аналогичные МП другого производителя, ООО «АЭИЭП», имеют значительно большую ёмкостную нагрузочную способность. В [2], например, номинальное значение выходной ёмкости записывается в виде произведения  $U_{\text{выхном}} \times C_{\text{ном}}$  и для указанного МП составляет 2500 В·мкФ. Для выходного напряжения  $U_{\text{вых}} = 27$  В значение  $C_{\text{ном}}$  составляет 94 мкФ. Это почти в 5 раз больше, чем у аналога. Испытания указанного модуля показали, что реальная величина выходной ёмкости, при которой МП с номинальной активной нагрузкой запускается «с первого раза», составляет 550...650 мкФ в зависимости от входного напряжения, т.е. реальное значение  $U_{\text{выхном}} \times C_{\text{ном}}$  составляет более 14 850 В·мкФ! При уменьшении тока нагрузки максимальная выходная ёмкость значительно увеличивается.

Однако всё чаще потребителям требуется реализовать работу МП на эквивалентные выходные ёмкости порядка нескольких сотен тысяч мкФ и более. Такие значения выходной ёмкости требуют применения МП с принципиально другой функциональной схемой. В этом

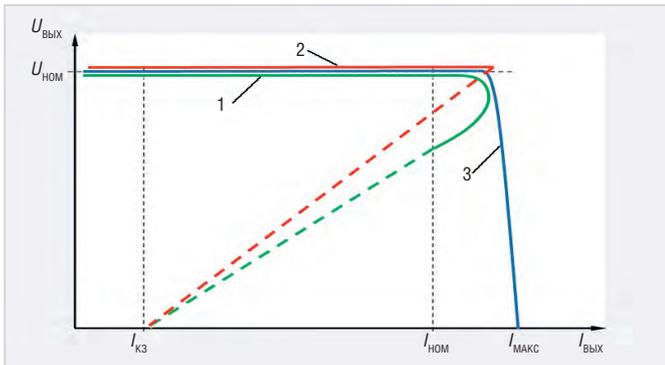


Рис. 1. Выходные характеристики МП с разным алгоритмом работы защиты от перегрузок по току

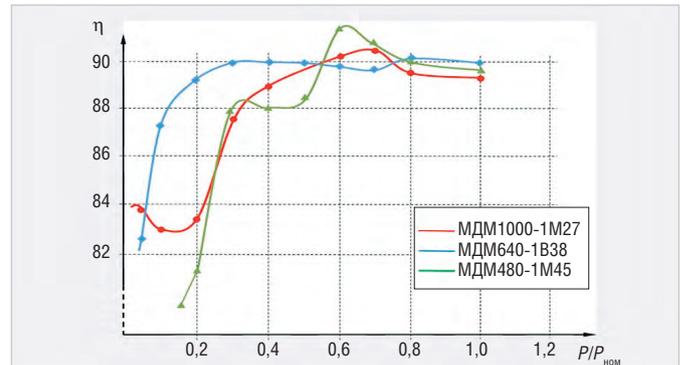


Рис. 2. Зависимости КПД модулей МДМ480 и МДМ640, разработанных в одном и том же корпусе

случае, например, для МП с контроллерами типа UC3842 электропитание устройства управления и обратной связи (ОС) должно осуществляться от входа. Тогда при КЗ на выходе работа контроллера будет продолжаться без перезапуска. Выходная характеристика МП при этом изменится на спадающую (зависимость 3 на рисунке 1). Такая характеристика, например, реализована в МП производства ООО «АЭИЭП» серии МДС [3]. Ёмкость нагрузки, независимо от её величины, заряжается до тех пор, пока выходное напряжение не достигнет номинального значения. МП серии МДС5-3,3 с номинальным выходным током 5 А, максимальным током в режиме ограничения 6,5 А и выходным напряжением 3,3 В, работая только на ёмкостную нагрузку, заряжает выходную ёмкость 100 000 мкФ до номинального выходного напряжения за время не более 50 мс! МП с такими выходными характеристиками удобно использовать также как зарядные устройства для аккумуляторов и ионисторов. Очевидно также, что преобразователи, имеющие такую структуру, допускают подстройку выходного напряжения в диапазоне от 0 до  $U_{ВЫХНОМ}$

Высокое значение КПД для МП в номинальном режиме работы, конечно же, нужно. Это престижно, современно. Также, как иметь болид для соревнований «Формулы-1». Команда «Мерседес Макларен» такой имеет, но основные деньги фирма зарабатывает, продавая «простые» серийные автомашины. Высокий КПД уменьшает перегрев МП и косвенно повышает надёжность. Вот что действительно важно! Кроме того, увеличивая КПД, разработчики размещают МП большей мощности в корпусе тех же размеров, что и МП меньшей мощности, уменьшая таким образом номенклатуру корпусов. На рисунке 2 показаны зависимости КПД модулей питания МДМ480 и МДМ680, смонтированных в корпусе

**Потребление в режиме холостого хода модулей питания серии МДМ**

Тип модуля питания	МДМ480-1М45	МДМ640-1В38	МДМ1000-1М27
$I_{ВХХХ}$ , мА	16	93	14
$P_{ХХ}/P_{НОМ}$ , %	0,77	0,4	0,32

одного размера. Корпус модуля МДМ1000 имеет те же габариты, но высоту 16 мм.

Зачастую потребители предъявляют требование минимизировать потери в МП при работе в дежурном режиме и на холостом ходу (ХХ). Появился даже специальный термин для обозначения этого режима – Green mode (дословно «зелёный режим», режим с малым потреблением). Такие режимы актуальны для космической аппаратуры, где источник энергии ограничен в ресурсах, или, например, для бытовой аппаратуры, которая включена в сеть, но подавляющую часть времени находится в режиме ожидания. Особенности структуры МП, реализующих такой режим работы, подробно описаны в [4]. МП выходной мощностью 480...1000 Вт, разработанные в ООО «АЭИЭП» в соответствии с описанными алгоритмами работы, имеют потребление в режиме ХХ или выключенные по выводу управления (дежурный режим) менее 1% от номинальной выходной мощности (см. табл.) и сохраняют высокое значение КПД даже при уменьшении выходного тока до 5...20% от номинального значения.

Актуальным требованием сегодня является стабилизация выходного напряжения МП в режиме малой нагрузки и ХХ. Причём если один разработчик гарантирует, что в режиме ХХ выходное напряжение МП не выйдет за границы зоны  $\pm 30\%$  от номинального значения выходного напряжения [5], то другой не гарантирует ни значений выходного напряжения, ни амплитуды его пульсаций [6]. Тривиальным решением этой задачи является подгрузка МП резисторами на выходе. Такое решение уменьшает КПД модуля питания на 1...2%. Но это ещё не проблема.

Для мощных МП необходимо найти место на плате для размещения таких резисторов. Вот это настоящая проблема! Ведь 1% от мощности 480 Вт – это 6–7 резисторов мощностью 1 Вт (это размер 2512)!

ООО «АЭИЭП» разработало и запатентовало структурные схемы преобразователей, которые решают эту задачу без установки дополнительных подгрузочных элементов, уменьшения КПД и увеличения входного тока в режиме ХХ [7].

Актуальной сегодня становится задача нормирования параметров выходного напряжения МП в диапазоне выходных токов от 0 до  $I_{НОМ}$ , хотя в ТУ упомянутых выше производителей МП обычно записывается диапазон от  $0,1 \times I_{НОМ}$  до  $I_{НОМ}$ . Кроме того, изменения выходного тока в указанном диапазоне должно происходить скачкообразно, что, по существу, и определяет величину переходных отклонений на выходе МП. Некоторые производители, применяя «военную хитрость», обходят это жёсткое требование, указывая длительность фронта (и не малую!) этого почему-то всё ещё «скачкообразного» изменения. Например, в [8] длительность фронта этого «скачкообразного» изменения выходного тока или входного напряжения должна быть не менее 0,5 мс! Но ведь даже для МП, работающего на частоте 100 кГц, за это время проходит 50 периодов работы, в течение которых модуль вообще может отработать это изменение! Или, во всяком случае, заметно уменьшить. Корректным будет именно скачкообразное изменение указанных выше параметров.

Всё чаще звучит требование малых переходных отклонений в указанном диапазоне изменения выходного тока

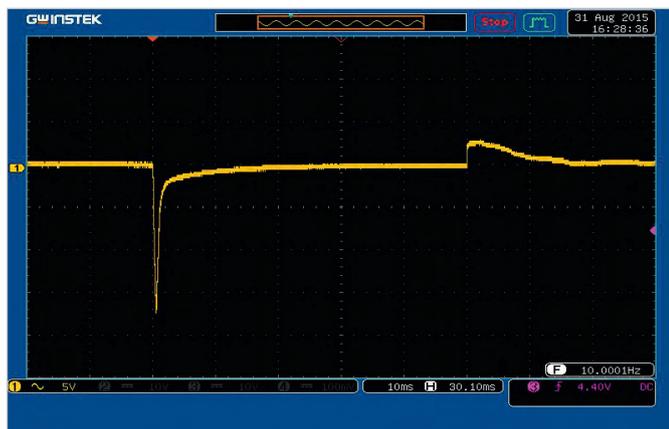


Рис. 3. Переходные отклонения при скачкообразном изменении выходного тока «традиционного» МП предприятия ООО «АЕДОН»

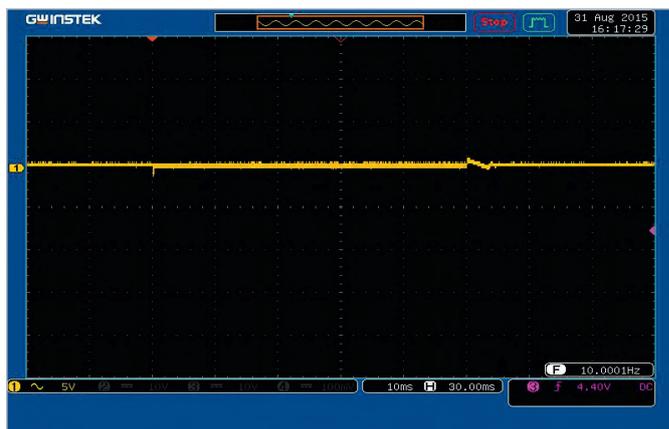


Рис. 4. Переходные отклонения в МП КМС340Ф50 с «быстродействующей» ОС

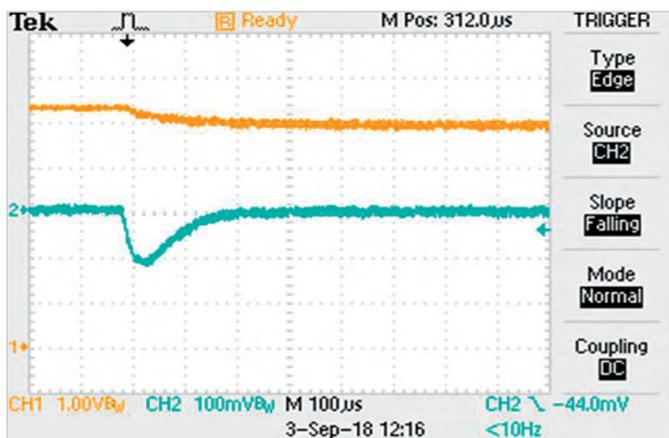


Рис. 5. Переходной процесс на выходе МП серии МДС5-3,3 при изменении выходного тока от 0 до  $I_{НОМ}$

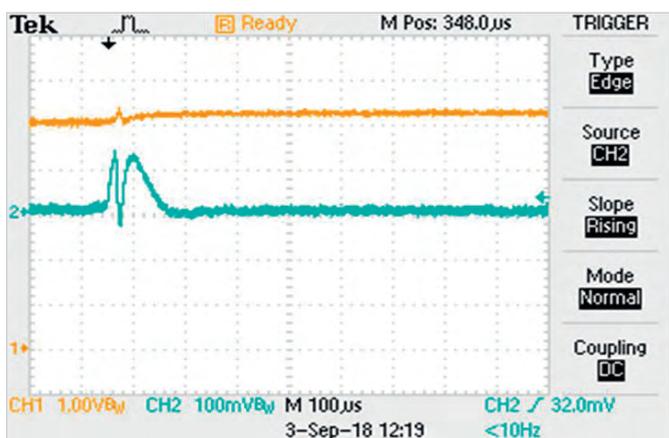


Рис. 6. Переходной процесс на выходе МП серии МДС5-3,3 при изменении выходного тока от  $I_{НОМ}$  до 0

и именно при скачкообразном изменении последнего. Разработчики рассматривают разные пути решения этой задачи. Например, О. Негреба [9] предлагает для уменьшения переходного отклонения на выходе МП повышать быстродействие ОС, которая позволила в МП мощностью 340 Вт с выходным напряжением 50 В уменьшить их до значения  $\pm 2,4\%$  от номинального значения выходного напряжения. На рисунке 3 показан переходный процесс на выходе «традиционного» МП с аналогичными характеристиками, в котором при скачкообразном изменении выходного тока в диапазоне от 0 до  $I_{НОМ}$  переходные отклонения составляют  $+5\%/-35\%$  от номинального значения выходного напряжения.

В новой линейке МП серии КМС ООО «АЕДОН» «быстродействующая» ОС в модуле КМС340Ф50 (выходная мощность 340 Вт, выходное напряжение 50 В) позволила довести переходные отклонения до  $\pm 2,4\%$  от номинального значения выходного напряжения (см. рис. 4).

Автор никак не может согласиться с предложениями О. Негреба. Во-первых, судя по осциллограмме переходного про-

цесса (см. рис. 3), динамические возможности первого МП далеко не исчерпаны. Ведь если выброс выходного напряжения составляет  $+5\%$ , то и провал тоже можно сделать таким же. Для этого постоянные времени заряда и разряда корректирующих цепей узла ОС нужно сделать одинаковыми. Во-вторых, перерегулирование  $+5\%$  – это неплохой результат при коммутации мощности 340 Вт. Однако при этом нужно учесть, что для исследования выбран «облегченный» вариант модуля – относительно высокое выходное напряжение и небольшое изменение выходного тока. А при таком изменении тока любые модули будут иметь хорошие динамические характеристики, а не только МП с «быстродействующей» ОС. Если, конечно, узел ОС спроектирован правильно. При изготовлении этого же унифицированного МП в варианте 5 В / 60 А даже такие переходные отклонения получить было бы невозможно.

На рисунках 5 и 6 представлены осциллограммы переходных процессов МП серии МДС5-3,3 производства ООО «АЭИЭП». Это модуль питания с выходным напряжением 3,3 В, номинальным

выходным током  $I_{НОМ} = 5$  А, выходным током ограничения  $I_{МАКС} = 6,5$  А. В модуле реализована «обычная» ОС, которая «всего лишь» делает МП устойчивым во всех режимах работы. Жёлтым цветом показано входное напряжение, зелёным – переменная составляющая выходного напряжения. При скачкообразном увеличении выходного тока с 0 до  $I_{НОМ}$  (см. рис. 5) провал выходного напряжения составляет 100 мВ или 3% от номинального значения выходного напряжения.

При скачкообразном изменении выходного тока от  $I_{НОМ}$  до 0 (см. рис. 6) перерегулирование составляет 135 мВ или 4% от номинального значения выходного напряжения.

Более того, если узел ОС рассчитан правильно, переходный процесс на выходе МП определяется исключительно LC-параметрами выходного сглаживающего фильтра. Предположим, что ОС не просто быстродействующая, а обрабатывает изменения выходного напряжения моментально. Пусть за мгновение до коммутации тока МП работал на номинальном выходном токе. После комму-

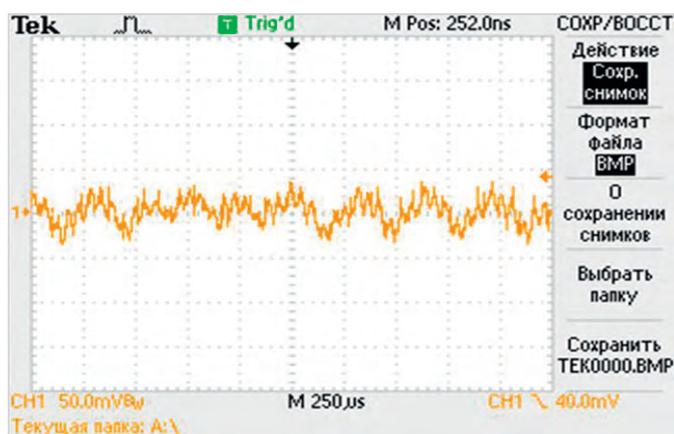


Рис. 7. Пульсации выходного напряжения двух параллельно включённых МП, работающих без синхронизации частоты преобразования

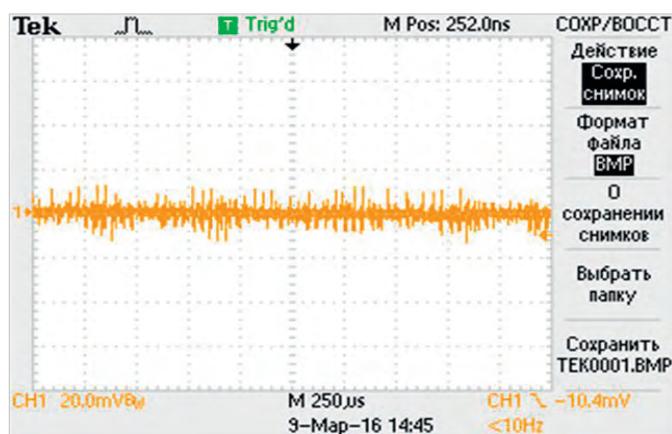


Рис. 8. Пульсации выходного напряжения МП с синхронизацией частоты преобразования

тации  $I_{\text{вых}}=0$ . Выходное напряжение увеличивается, и ОС моментально (или со следующего периода работы) через контроллер выключит силовой ключ. Поскольку в силовом дросселе  $L$  протекает ток, выходное напряжение продолжит рост. Когда ток в дросселе уменьшится до нуля, рост выходного напряжения всего лишь прекратится и дальше оно относительно медленно (на выходе ХХ) начнёт уменьшаться до номинального значения. Как видим, в этих рассуждениях от быстродействия ОС ничего не зависит. Аналогичные процессы происходят и при скачкообразном увеличении тока.

Если необходимо уменьшить переходные отклонения выходного напряжения, необходимо уменьшать индуктивность дросселя выходного фильтра, увеличивая ёмкость его конденсаторов и частоту преобразования. Так, например, переходные отклонения выходного напряжения вышеупомянутого МП МДС5-3,3 уменьшаются практически вдвое при увеличении ёмкости конденсаторов выходного фильтра на 100 мкФ.

Зачастую потребителям уже недостаточно того, чтобы МП имели возможность параллельного соединения на выходе с выравниванием выходных токов МП. Такой режим применяется при построении систем вторичного электропитания для увеличения выходной мощности. Теперь всё чаще появляется ещё и требование наличия синхронизации частоты параллельно включённых МП. Дело в том, что отдельные МП даже одного и того же типа имеют немного отличающиеся друг от друга частоты преобразования. Модули питания работают каждый на своей частоте, и в осциллограмме пульсации выходного напряжения будут иметь место низкочастотные составляющие разностной частоты и увеличенной амплитуды.

На рисунке 7 показана осциллограмма пульсаций выходного напряжения двух МП ООО «АЭИЭП» типа МДМ240-1Е27ВП (выходная мощность 240 Вт, входное напряжение 9...36 В, выходное напряжение 27 В), соединённых на выходе параллельно. Несмотря на то, что МП работают на частоте около 200 кГц, в пульсации выходного напряжения превалирует низкочастотная составляющая с разностной частотой 2,7 кГц. При большом количестве параллельно соединённых МП будет иметь место пик-фактор – выброс в пульсации выходного напряжения в непрогнозируемый момент времени, когда выходные пульсации отдельных МП оказываются в одной фазе.

В ООО «АЭИЭП» разработаны оригинальные схемы синхронизации частоты преобразования, позволяющие синхронизировать любое количество МП [10] с любым сдвигом фазы между их синхроимпульсами. Такое включение позволяет к тому же уменьшить пульсации потребляемого МП тока. На рисунке 8 приведена осциллограмма выходного напряжения тех же МП, работающих синхронно.

Активное освоение космического пространства поставило задачу разработки МП, устойчиво работающих при высокой дозовой нагрузке и стойких к воздействию тяжёлых заряженных частиц (ТЗЧ). Разработка и испытание таких приборов – занятие длительное и затратное, производство же их – мелкосерийное. И если им заниматься, нужно прежде решить вопрос, пригодна ли структура серийных МП предприятия для изготовления их в варианте с повышенной стойкостью.

В ООО «АЭИЭП» разработана такая структура. Она лежит в основе нескольких линеек серийно выпускаемых МП общего назначения. Испытания подтвердили, что после замены все-

го лишь одного элемента в схеме, МП показали стойкость к ТЗЧ не менее 60 МэВ/(мг/см<sup>2</sup>) и дозовую нагрузку 284 крад, после получения которой параметры МП не выходили за нормы технических условий.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Технические условия на модули питания серии МДМ предприятия ООО «АЕДОН» БКЯЮ.436630.001ТУ. С. 54. Табл. 15.
2. Технические условия на модули питания серии МДМ предприятия ООО «АЭИЭП» БКЮС.430609.001ТУ. С. 37.
3. Информация по МП серии МДС на сайте ООО «АЭИЭП»: <http://www.aeip.ru/upload/iblock/ca1/ca15811ba685df5d21b8730741a550d9.pdf>.
4. Миронов А.А. Структура преобразователей постоянного напряжения, работающих в режиме Green Mode. Силовая электроника. 2019. № 1. С. 42–45.
5. Технические условия на модули питания серии МДМ предприятия ООО «АЕДОН» БКЯЮ.436630.001ТУ. С.12.
6. Паспорт ИЮУЛ.436434.002 ПС на ИВЭП ВР24-30 предприятия-производителя ООО «ММП «Ирбис».
7. Миронов А.А. Особенности работы преобразователей с ШИМ-контроллером в режиме малой нагрузки и холостого хода. Практическая силовая электроника. 2017. Вып. 1(65). С. 42–46.
8. Технические условия на модули питания серии МДМ предприятия ООО «АЕДОН» БКЯЮ.436630.001ТУ. С.11.
9. Негреба О. Обеспечение качества энергоснабжения импульсных нагрузок. Практические решения. Современная электроника. 2015. № 8. С. 48–52.
10. Миронов А.А. Синхронизация частоты преобразования унифицированных модулей питания внешним синхросигналом. Практическая силовая электроника. 2018. Вып. 3(71). С. 21–23.

# Преимущества распределённой архитектуры при анализе цепей миллиметрового диапазона

## Keysight Technologies

Практически во всех областях применения миллиметровых волн возникают уникальные задачи, связанные с испытаниями устройств. Источники ошибок, такие как потери в кабелях, рассогласование соединений и фазовые сдвиги, которыми можно пренебречь на нижних частотных диапазонах, становятся значимыми на более высоких частотах. Высокопроизводительные векторные анализаторы цепей обычно работают с частотами до 67 ГГц, поэтому для многих приложений требуется тестирование за пределами возможностей контрольно-измерительного оборудования. Для решения этой проблемы существуют способы расширения частотного диапазона векторных анализаторов цепей.

### ВВЕДЕНИЕ

Для глобального взаимодействия требуется передавать всё больше информации с большей скоростью, что стимулирует инженеров к переходу в миллиметровый диапазон (30–300 ГГц), что соответствует длинам волн от 1 до 10 мм. Скорость передачи информации в СВЧ-диапазоне достигает 1 Гбит/с, в то время как в мм-диапазоне – 10 Гбит/с и выше. Это предоставляет новые возможности для научных исследований и разработок для потребительского рынка.

Одна из самых важных областей применения технологии миллиметровых волн – системы беспроводной связи 5-го поколения 5G. В настоящее время всё большее число устройств работают с данными в ограниченных диапазонах сотовой связи 6 ГГц или ниже.

Технология 5G нацелена на использование преимуществ мм-диапазона для обслуживания растущего числа устройств интернета вещей (IoT). Это можно сделать, например, заменив большие централизованные мачты сотовой связи на более мелкие точки доступа, называемые «сотами». Мачта может поддерживать ограниченное число устройств, поэтому увеличение числа точек доступа обеспечит разгрузку сотовых сетей.

Другая потенциальная область использования мм-диапазона – поддержка технологии WiGig.

Альянс гигабитной беспроводной связи (WiGig) работает над тем, чтобы увеличить скорость передачи данных устройств Wi-Fi на несколько Гбит/с за счёт использования диапазона частот

60 ГГц. Устройства WiGig работают в стандартных диапазонах частот 2,4 и 5 ГГц, а также в дополнительном диапазоне 60 ГГц для взаимодействия с соседними устройствами WiGig. В диапазоне 60 ГГц данные передаются со скоростью до 7 Гбит/с за счёт формирования сфокусированных лучей, не влияющих друг на друга.

Кроме того, технология миллиметровых волн обеспечивает небольшое время задержки. Это очень важно для автомобильных радаров, в работе которых имеют значение доли секунд. Контроль полосы движения, адаптивный круиз-контроль и многие другие функции зависят от точности ВЧ-радаров. Как правило, эти радары работают в диапазоне 24 ГГц, но к 2022 году они будут сняты с производства и заменены на приборы с диапазоном частот 77–81 ГГц. Радары с широкой полосой частот и малой длиной волны обеспечивают более высокие разрешение и точность, чем работающие на более низких частотах. Эта точность имеет решающее значение, поскольку автомобили становятся всё более автономными.

Миллиметровые волны также широко используются в аэрокосмической и оборонной отраслях промышленности. Системы формирования изображений объектов мм-диапазона, используемые для досмотра пассажиров в аэропорту, работают на частотах от 35 до 325 ГГц. Более высокие частоты и более широкие полосы пропускания используются в целях увеличения разрешения изображений для обнаружения потенциальных угроз. Полосы частот защищённой радиосвязи перемещаются из

перегруженных нижних диапазонов частот в мм-диапазон.

### Анализ цепей в миллиметровом диапазоне: распределённая архитектура

Компания Keysight использовала свой многолетний опыт производства измерительной техники при создании расширителя частотного диапазона для анализаторов цепей.

Измерительное решение для анализа миллиметровых цепей представляет собой распределённую систему, имеющую в своём составе векторный анализатор цепей (VNA), измерительный контроллер и блоки расширения частотного диапазона.

Распределённая система состоит из отдельных компонентов, которые обмениваются данными и работают как единое целое. Блоки расширения частотного диапазона взаимодействуют с исследуемым устройством и являются единственной частью системы, работающей в КВЧ-диапазоне. Это позволяет тестировать устройства данного диапазона без необходимости полной модернизации векторных анализаторов цепей для работы на более высоких частотах.

Каждая часть распределённой конфигурации имеет преимущества при измерениях. В следующем разделе будет показано, что небольшие модули расширения частотного диапазона позволяют минимизировать влияние потерь в кабелях на результаты измерений. Измерительный контроллер N5292A включён между векторным анализатором цепей и модулями расширения частотного диапазона. В его состав входят коммутаторы и усилители, с помощью которых векторный анализатор цепей выполняет непрерывные свипирования во всём интересующем диапазоне частот, что без использования контроллера было бы невозможно.

Решение Keysight с распределённой архитектурой основано на применении блока расширения частотного диапазона N5295AX03, который можно подключить к имеющемуся совместимому векторному анализатору цепей (серии PNA



Рис. 1. Потери в кабеле

или PNA-X с максимальной частотой 26,5 ГГц или выше), уменьшив затраты на тестирование за счёт модернизации анализатора вместо его замены.

Блоки расширения частотного диапазона соединяются с измерительным контроллером N5292A, который взаимодействует с измерительными портами векторного анализатора цепей. При этом новая максимальная частота векторного анализатора достигнет 120 ГГц, и его можно будет использовать для тестирования современных устройств мм-диапазона.

### Предотвращение ошибок при измерениях в миллиметровом диапазоне

Распределённая система решает проблемы, появляющиеся при измерениях на высоких частотах. К ним относятся, в первую очередь, потери в кабелях и температурная стабильность.

#### Потери в кабеле

На рисунке 1 показана зависимость потерь в кабеле от частоты. Потери в кабеле в мм-диапазоне могут оказать существенное влияние на результаты измерений. Даже при использовании хорошего кабеля с потерями от 1,1 до 1,5 дБ при длине 8 см на частоте 110 ГГц и выше измерения с помощью кабелей длиной 0,5 м приведут к потерям 9 дБ между исследуемым устройством и прибором. В связи с этим важно разместить исследуемое устройство как можно ближе к прибору, используя кабель минимальной длины. Внешние блоки расширения частотного диапазона могут быть расположены намного ближе к устройствам, чем векторный анализатор цепей и его измерительные порты, что позволяет уменьшить потери в кабелях на несколько дБ.

Более короткие кабели в меньшей степени подвержены перемещениям и обе-

спечивают большую стабильность фазы. На длине волны 2,7 мм перемещение кабеля в плоскости измерения всего на 1,35 мм приводит к фазовому сдвигу 180°.

#### Температурная стабильность

Температурная стабильность важна для систем, работающих в течение многих часов. При повышении температуры число носителей заряда увеличивается, что приводит к появлению теплового шума. Мощность теплового шума в дБ определяется по следующей формуле:

$$P_{dBm} = 10 \log_{10}(k \times T \times B \times 1000),$$

где  $k$  – постоянная Больцмана в Дж/К,  $T$  – температура в градусах Кельвина и  $B$  – полоса измерения в Гц. Из этого уравнения видно, что мощность теплового шума увеличивается при повышении температуры. При измерениях в условиях повышения температуры тепловой шум и тепловое расширение кабельных разъемов приводят к появлению погрешностей, обусловленных дрейфом. Эти погрешности связаны с изменениями в системе после калибровки.

На рисунке 2 показаны результаты однопортовых измерений согласования, выполненных двумя системами, работавшими в течение 8 ч. Система для анализа цепей миллиметрового диапазона N5291A (результаты измерений показаны синим цветом) содержит модули расширения частотного диапазона N529AX03. Другая система, результаты измерений которой показаны красным цветом, основана на другом решении расширения частотного диапазона. Блоки N529AX03 обеспечивают намного меньший дрейф, особенно на высоких частотах. Основным критерием обеспечения малого дрейфа является автоматическая регулировка температуры внутри модулей.



Рис. 2. Влияние дрейфа на результаты измерений после калибровки

Блок N5295AX03 разработан с учётом этой необходимости. Размеры блоков достаточно малы, чтобы их можно было размещать близко к исследуемому устройству, но при этом не настолько малы, чтобы им требовался дополнительный контроль температуры. В процессе измерений конвекционное охлаждение поддерживает одинаковую температуру блоков, чтобы минимизировать дрейф. В течение 24-часового периода изменение амплитуды сигналов модулей расширения частотного диапазона составляет менее 0,015 дБ, а фазы – менее 0,15°. Это сопоставимо со стабильностью полнофункционального СВЧ-анализатора цепей серии PNA-X.

Распределённая архитектура системы позволяет приблизить измерительный прибор к исследуемому устройству, чтобы минимизировать потери в кабелях, фазовые ошибки и температурный дрейф. Эти преимущества дают возможность выполнять точные и полностью отслеживаемые измерения.

#### Реализация системы

На рисунке 3а представлена структурная схема высокого уровня измерительной системы мм-диапазона. На рисунке 3б показано, как может выглядеть эта система в готовом к работе состоянии.

Рассмотрим каждый блок подробнее.

#### Векторный анализатор цепей

В рассматриваемой системе векторный анализатор цепей выполняет функции измерения и вычисления. Универсальный векторный анализатор цепей предназначен для тестирования монолитных ИС СВЧ-диапазона, которые содержат множество компонентов, работающих в разных диапазонах частот. Архитектура векторного анализатора цепей серии PNA-X

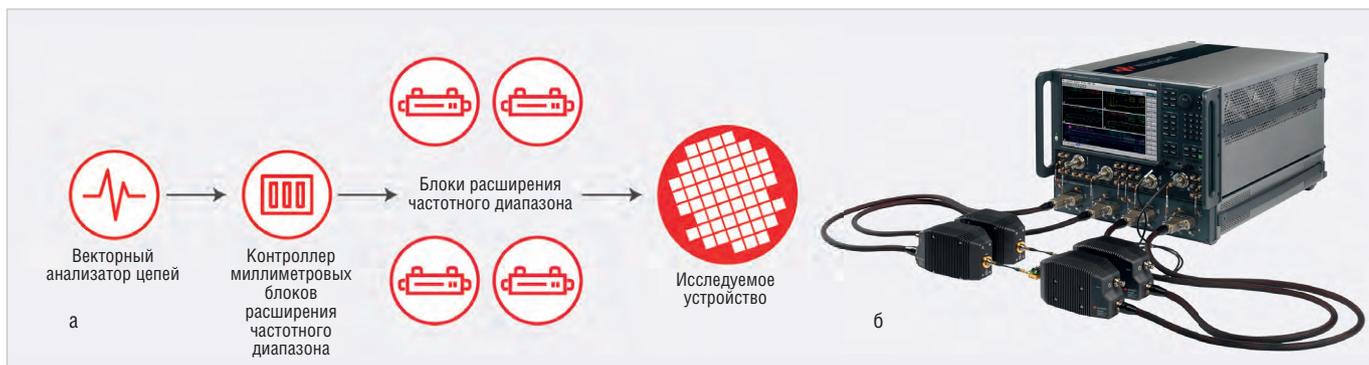


Рис. 3. Система векторного анализатора цепей мм-диапазона: а) структурная схема; б) внешний вид



Рис. 4. Выполнение нескольких измерений векторным анализатором серии PNA-X за одно подключение

для выполнения целого ряда измерений за одно подключение позволяет измерять S-параметры, коэффициент шума, компрессию усиления, коэффициент нелинейных искажений, интермодуляционные искажения и анализировать спектр за одно соединение (см. рис. 4).

Блоки N5295AX03 совместимы с анализаторами цепей серий PNA и PNA-X, которые работают в диапазоне частот, требуемом для управления блоками N5295AX03 и измерения выходных сигналов.

Анализаторы совместимы с оснасткой, необходимой для подключения к блокам N5295AX03.

### Блоки расширения частотного диапазона

Блоки расширения частотного диапазона выполняют перенос частоты сигнала 26,5 ГГц измерительных портов анализатора цепей для подачи на входы исследуемых устройств мм-диапазона. На структурной схеме блока расширения частотного диапазона N5295AX03 (см. рис. 5) показан принцип переноса частоты. В схеме используются 3 каскада умножения частоты, преобразующие частоту входного ВЧ-сигнала до 120 ГГц. Эта частота лежит в миллиметровом диапазоне, что позволяет измерять характеристики самых современных мм-устройств.

На активные устройства, такие как транзисторы и усилители, необходимо подавать напряжение смещения. Тройник смещения объединяет сигналы постоянного и переменного тока так, чтобы одновременно подавать питание на активные устройства и тестировать их. На рисунке 6 показана упрощённая эквивалентная схема тройника смеще-

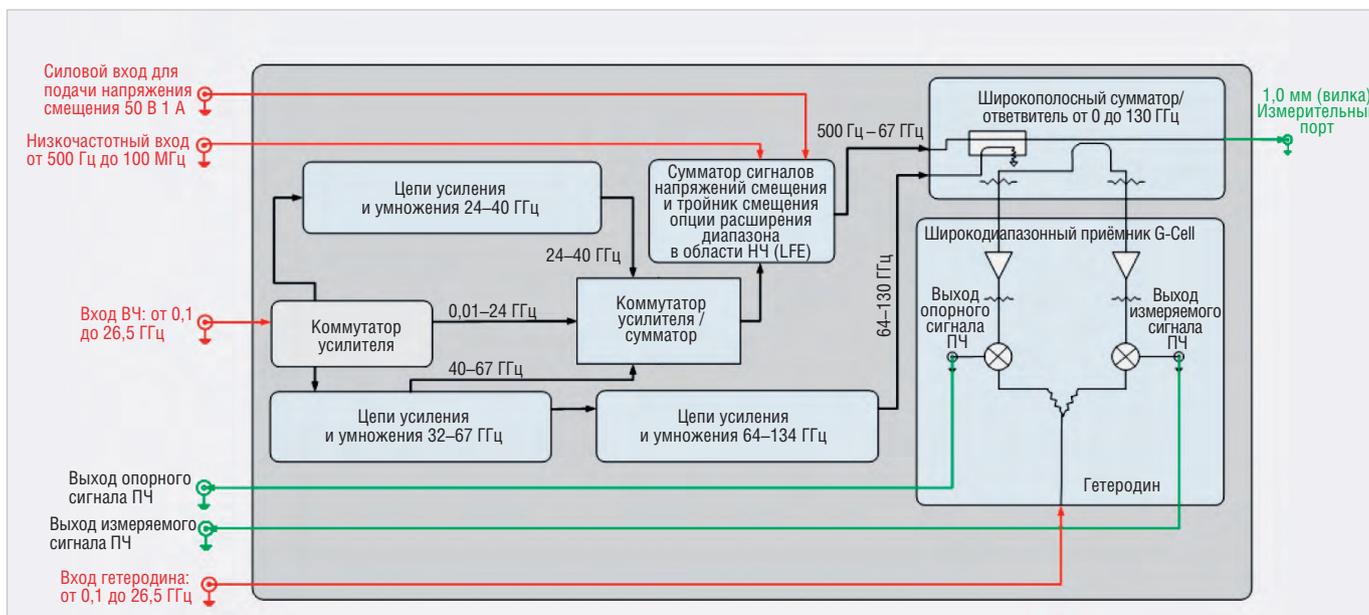


Рис. 5. Структурная схема блока расширения частотного диапазона N5295AX03



Рис. 6. Эквивалентная схема тройника смещения

ния. Катушка индуктивности и конденсатор предотвращают взаимодействие источника постоянного тока и источника ВЧ-сигнала. Блоки расширения частотного диапазона N5295AX03 имеют встроенную схему смещения для обеспечения минимального расстояния до тестируемого устройства. Это позволит минимизировать длинные паразитные контуры. Земляные петли, появляющиеся при наличии более одного пути протекания тока на землю, могут создавать нежелательные помехи, особенно если длина контура велика. Тройник смещения обеспечивает подключение «земли» как можно ближе к исследуемому устройству, чтобы минимизировать помехи.

Выход модуля расширения частотного диапазона соединён через широкополосный направленный ответвитель с интерфейсом 1 мм. Высокая направленность ответвителя обеспечивает хорошую развязку сигналов, передаваемых в противоположных направлениях: опорного сигнала, подаваемого на исследуемое устройство, и измеряемого сигнала, поступающего от этого устройства. Опорный и измеряемый сигналы дискретизируются широкополосным смесителем Гилберта. Смесители Гилберта подавляют нежелательные продукты смещения, чтобы получить максимально чистый выходной сигнал. Смеситель преобразует опорный и измеряемый сигналы в сигналы ПЧ, чтобы анализатор цепей мог выполнить их анализ.

**Измерительный контроллер**

Измерительный контроллер (см. рис. 7) включён между векторным анализатором цепей и блоками расширения частотного диапазона. С помощью контроллера можно выполнять широкополосное свипирование во всём частотном диапазоне модулей расширения. Без контроллера векторный анализатор цепей выполняет измерения только в отдельных полосах частот. Измерения во всей полосе частот в таком случае достигаются её делением путём последовательного свипирования частей. Такие измерения полезны



Рис. 7. Измерительный контроллер N5292A

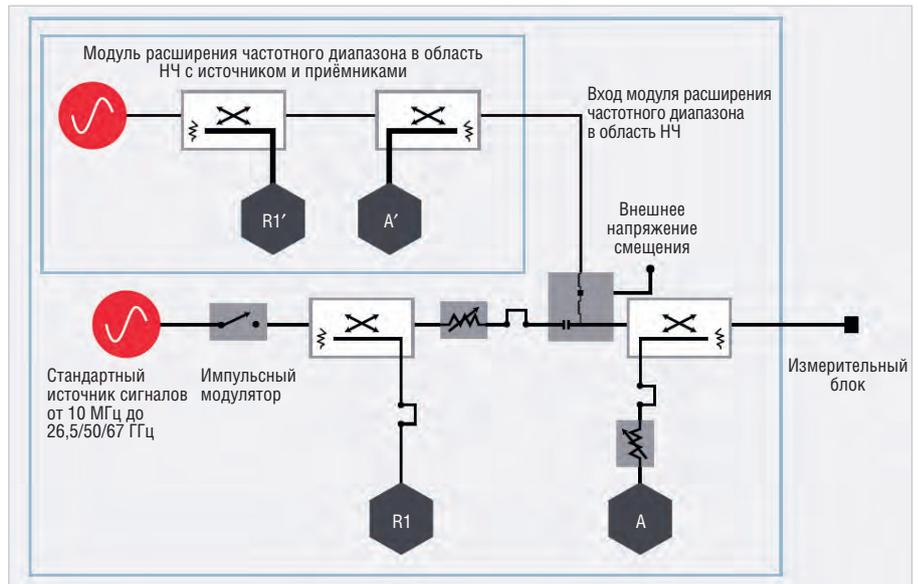


Рис. 8. Реализация расширения частотного диапазона в область низких частот

для просмотра характеристик исследуемого устройства на конкретных частотах, но широкополосное свипирование предпочтительнее, если требуется полная характеристика устройства.

Измерительный контроллер усиливает сигнал гетеродина (LO) анализатора цепей для управления смесителями блоков расширения во всём частотном диапазоне. Контроллер также корректирует ошибки и выходной сигнал блока расширения частотного диапазона так, чтобы его частота была равна ПЧ векторного анализатора цепей. Контроллер упрощает схему измерений за счёт подачи сигналов ВЧ, гетеродина и ПЧ по одному кабелю. Это позволяет проводить измерения с использованием портов векторного анализатора цепей без необходимости изменения технической конфигурации устройства.

**Расширение частотного диапазона в область низких частот**

Минимальная частота, поддерживаемая анализаторами цепей серий PNA и PNA-X, равна 10 МГц. Для получения более низких частот предлагается использовать расширение частотного диапазона в область низких частот (LFE), в частно-

сти опцию 205/425 для векторного анализатора цепей Keysight, обеспечивающую минимальную частоту до 900 Гц. Как показано на рисунке 8, для расширения частотного диапазона в область низких частот потребуются отдельные источник и приёмник, разработанные для низких частот.

Тестирование на низких частотах позволяет точнее моделировать устройство за счёт более полного определения его характеристик. Блок расширения частотного диапазона имеет вход для LFE, чтобы получить результирующий диапазон частот от 900 Гц до 120 ГГц.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Увеличение числа возможных приложений миллиметрового диапазона требует систем, измеряющих характеристики устройств этого диапазона с высокой точностью.

Распределённая архитектура Keysight позволяет использовать векторные анализаторы цепей для следования этой тенденции – проведения точных и воспроизводимых измерений на частотах до 120 ГГц.

Материал подготовил Павел Байбаков

НОВОСТИ МИРА

**Осциллограф смешанных сигналов MSO серии 4**

Компания Tektronix представляет осциллограф серии 4 с самым большим числом каналов и экраном среди устройств такого класса. Этот прибор с уникальным набором функций и характеристик специально разработан для настольного тестирования. Надёжность и простоту эксплуатации осциллографа обеспечивает интерфейс пользователя с сенсорным управлением.

Осциллограф MSO серии 4, оснащённый таким же пользовательским интерфейсом с сенсорным управлением, как у новейших приборов серии 5, а также наибольшим экраном с самой высокой чёткостью среди приборов такого класса, – это шаг на опережение в стандартах работы осциллографов.

Уникальные особенности:

- высокая детализация сигналов и до 6 переключаемых каналов;
- для каждого канала можно вывести изображение сигнала, спектра либо обе панели;
- каждый вход можно использовать для просмотра сигналов, поступающих через подключённый логический пробник по восьми цифровым каналам;

- высокая точность измерений и детализация сигналов на всех каналах – 6,25 Гвыб/с на всех аналоговых и цифровых каналах, длина записи до 62,5 млн точек;

- генерируемые сигналы: сигналы произвольной формы, синусоидальные, прямоугольные, импульсные, пилообразные, треугольные, уровня постоянного тока, функция Гаусса, функция Лоренца, экспоненциальное нарастание/спад, кардинальный синус  $\sin(x)/x$ , белый шум, гаверсинус, кардиосигналы.

Основные характеристики:

- самый большой в этом классе приборов ёмкостный сенсорный HD-дисплей с диагональю 13,3" (1920×1080);
- полоса пропускания: 200, 350, 500 МГц, 1 или 1,5 ГГц;
- до 6 входов FlexChannel® (на каждый вход FlexChannel через пробник TLP058 может поступать 1 аналоговый или 8 цифровых логических сигналов);
- разрешение по вертикали 12 бит (до 16 бит в режиме высокого разрешения);
- опция встроенного генератора функций;
- поддержка более 20 протоколов последовательных шин, в том числе 10BASE-T, 100BASE-TX, CAN, CAN FD,



LIN, FlexRay, I<sup>2</sup>C, SPI, I<sup>2</sup>S, LJ, RJ, TDM, I<sup>2</sup>C, MIL-STD-1553, ARINC 429, RS-232, RS-422, RS-485, UART, SENT, SPMI, USB 2.0;

- удобный для настольного тестирования корпус глубиной 15,5 см.

Габариты прибора составляют всего 280×450×155 мм (В×Ш×Г) при массе 7,3 кг.

Приобретая осциллограф, пользователи получают все инструменты отладки, требуемые для решения текущих задач, добавляя опции по мере необходимости без пересылки прибора изготовителю.

*Пресс-служба компании Tektronix*



**Komponenta®**



АО «Компонента» — официальный дистрибьютор Weipu в России.

**Водонепроницаемые цилиндрические защищенные разъемы Weipu**

**Серия SA:**

- Тип соединения: push-pull.
- Материал оболочки: **анодированный алюминий**.
- Материал внутри: PPS, **максимальная температура 260°C**.
- Материал контактов: **позолоченная латунь**.
- Степень защиты: **IP67**.
- Температурный диапазон: **от -40°C до +85°C**.
- Количество контактов: **от 2 до 26**.
- Изоляционное сопротивление: **2000 МΩ**.
- Цвет корпуса: **черный, серебристый, синий, красный, зеленый**.



8 495 150 2 150



[www.komponenta.ru](http://www.komponenta.ru)



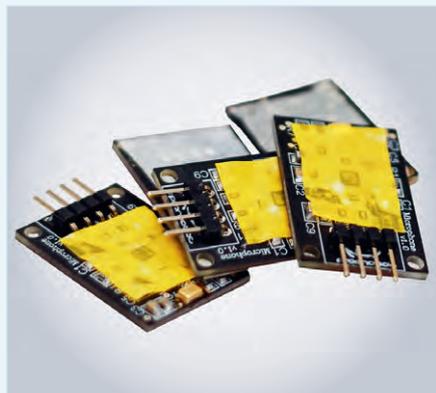
[info@komponenta.ru](mailto:info@komponenta.ru)

На правах рекламы

НОВОСТИ МИРА

**МИНПРОМТОРГ ХОЧЕТ СПАСТИ  
БАНКРОТЯЩИЙСЯ ЗАВОД  
«АНГСТРЕМ-Т»**

Минпромторг разработал проект стратегии электронной отрасли России до 2030 г. и предлагает создать производство микроэлектроники на базе зеленоградского завода «Ангстрем-Т».



Дополнительное финансирование позволит заводу до 2024 г. освоить крупносерийное производство микроэлектроники по технологии от 250 до 90 нм.

К 2026–2027 гг. завод сможет обеспечить массовое производство интегральных схем по технологии 28 нм, а к 2030 г. –

сформировать инфраструктуру для освоения технологии 10–7 нм, сказано в проекте стратегии.

Проект стратегии содержится в письме замминистра промышленности и торговли Александра Морозова.

Подлинность документа подтвердил федеральный чиновник, знакомый с его содержанием. Представитель Минфина сообщил, что письмо получено и будет рассмотрено в рабочем порядке.

«Ведомости»

**10 ПРОРЫВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
2018 ГОДА ПО ВЕРСИИ МТИ**

В преддверии подготовки насыщенной программы III Всемирного цифрового саммита по Интернету вещей и искусственному интеллекту IoT & AI World Summit Russia представлен уникальный обзор по технологиям, которые будут определять нашу работу и жизнь сегодня и в ближайшие годы.

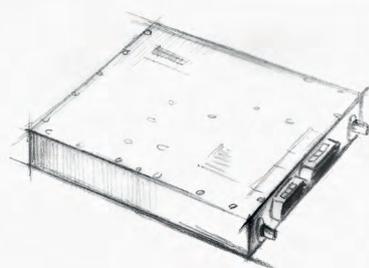
Ежегодно, начиная с 2001 года, МТИ проводит исследование под названием «10 прорывных технологий». Редакция MIT Technology Review отметила несколько прорывов в 2018 году: новый метод



искусственного интеллекта под названием GAN, который открывает для машин способность воображать; искусственные зародыши, несмотря на некоторые острые этические ограничения, пересматривают способы создания жизни и открывают окно к исследованию первых моментов человеческой жизни; а экспериментальный завод в центре нефтехимической промышленности Техаса пытается создать абсолютно чистую электроэнергию из природного газа – вероятно, основного источника энергии в обозримом будущем.

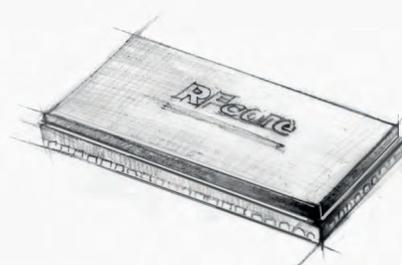


**НОВЫЕ МОЩНОСТИ — НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ**



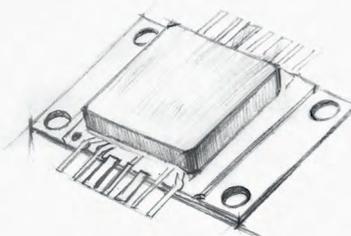
**СВЧ-усилители мощности**

- Диапазон частот: от HF до Ku
- Выходная мощность: 2...1000 Вт
- Типовое усиление: 25...65 дБ
- Рабочее напряжение: 28, 40 В



**Многофункциональные  
CMOS MMIC**

- Диапазон частот: S, C, X, Ku
- Выходная мощность: до 15 Вт
- Исполнение: QFN-корпус



**GaN и GaAs MMIC**

- Диапазон частот: 2...18 ГГц
- Выходная мощность: до 12 Вт
- Типовое усиление: 10...23 дБ
- Исполнение: QFN-корпус/кристалл



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА  
(495) 232-2522 ■ RF@PROCHIPRU ■ WWW.PROCHIPRU

Реклама

# Контроль последовательности включения питания для ПЛИС, ЦП и ЦСП

Тим Пааш-Кольберг (Rohde & Schwarz)

**Контроль последовательности включения питания сложных электронных компонентов и узлов является важной и нетривиальной задачей, для решения которой могут потребоваться специальные измерительные средства. В статье рассказывается о возможностях многоканальных пробников от Rohde & Schwarz применительно к данной задаче.**

Для таких компонентов, как ПЛИС (FPGA), ЦП (CPU) и ЦСП (DSP), как правило, существуют специальные требования в отношении порядка включения различных напряжений питания. Неверная последовательность подачи напряжения может привести к повреждению компонентов системы. Напряжения не должны выходить за пределы указанных изготовителем допусков; кроме того, в ряде случаев требуется соответствие определённым скоростям нарастания напряжения при его увеличении до требуемого значения. Таким образом, для обеспечения безотказной работы ПЛИС, ЦП и ЦСП различные напряжения питания должны подаваться в строго определенном порядке. Контроль последовательности включения питания, также называемой порядком включения питания, играет принципиально важную роль при проектировании схем и разработке новых изделий.

## Соблюдение правильного порядка

При включении питания таких сложных электронных компонентов, как ПЛИС, ЦП и ЦСП, различные напряже-

ния должны подаваться в установленном порядке с учётом определённых задержек и времени нарастания импульсов. При этом в ходе включения электропитания необходимо минимизировать потребление тока и гарантировать высокоимпедансное состояние входов/выходов.

Рекомендуемая последовательность выключения питания, как правило (но необязательно), обратна последовательности включения. Несоблюдение указанных последовательностей или выход уровней тока за установленные пределы могут приводить к нарушению нормальной работы системы или даже к повреждению системных компонентов. При проектировании схем важно выполнить сбор данных и провести анализ характеристик различных напряжений, подаваемых в ходе включения и выключения электропитания, а также имеющих место при прерываниях напряжения.

## Использование подходящего пробника

Для контроля последовательности включения питания разработчикам схем необходим соответствующий осциллограф и подходящий проб-

ник, такой как R&S RT-ZVC от компании Rohde & Schwarz. Этот многоканальный осциллографический пробник обеспечивает до четырёх каналов тока и четырёх каналов напряжения с широким динамическим диапазоном. Все каналы имеют АЦП с 18-битным разрешением, позволяющим работать с частотой дискретизации 5 Мвыб./с при ширине полосы пропускания 1 МГц (см. рис. 1). Функциональные возможности пробника в полной мере раскрываются при его совместном использовании с осциллографом R&S RTE1000 или R&S RTO2000. Использование двух пробников R&S RT-ZVC в сочетании с одним из четырёхканальных осциллографов позволяет выполнять одновременный анализ до 20 различных напряжений. В такой конфигурации токовые каналы должны использоваться в качестве высокочувствительных вольтметров, работающих в режиме внешнего шунта (см. рис. 2).

## Подходящие осциллографы

Пробник R&S RT-ZVC рекомендуется использовать с осциллографами серии R&S RTE1000 или R&S RTO2000. Осциллограф R&S RTE1000 – это эффективный и экономичный прибор, функционирующий на базе ОС Windows, оборудованный сенсорным экраном и обеспечивающий функции анализа для решения сложных задач разработки. Полоса пропускания шириной от 200 МГц до 2 ГГц и универсальные функции временного, частотного, протокольного и логического анализов позволяют использовать этот осциллограф в качестве многофункционального решения для быстрой отладки сложных электронных схем с анализом в нескольких областях. Благодаря исключительно высокой скорости сбора данных, превышающей 1 млн осциллограмм/с, и памяти глубиной более 200 млн отсчётов разработчики могут оперативно обнаруживать даже редко возникающие или случайные ошибки. К сфере применения прибора также относится разработка встраиваемых систем и анализ компонентов силовой электроники.

Осциллографы лабораторного класса R&S RTO2000, ширина полосы пропуска-

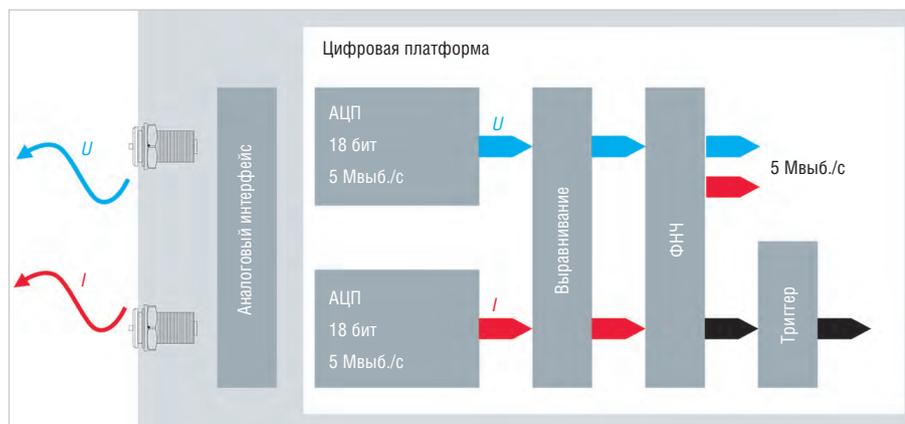


Рис. 1. Частотные характеристики отрезка линии, рассчитанные несколькими способами

ния которых достигает 6 ГГц, являются идеальным инструментом для решения самых сложных задач, таких как измерение целостности питания. В зависимости от модели они также поддерживают функции испытания радиointерфейсов компонентов 802.11ac WLAN для модулей Интернета вещей (IoT), работающих в диапазоне частот 5 ГГц, и высокоскоростных интерфейсов связи, таких как USB 3.1 со скоростью передачи данных 5 Гбит/с. Благодаря возможности осциллографа выполнять измерения сигналов в нескольких областях разработчики могут оперативно проводить анализ сложных компонентов и модулей. Функция синхронизации результатов временного, частотного, протокольного и логического видов анализа делает возможным проведение системно-ориентированной высокоспециализированной отладки. Скорость сбора данных при этом достигает 1 млн осциллограмм/с.

### Расширенные функции анализа

Для контроля последовательности включения и выключения питания ПЛИС, ЦП и ЦСП необходимо определить характеристики напряжения питания при запуске и отключении. При этом ряд характеристик должен удовлетворять следующим требованиям.

**Задержка включения/выключения.** Подача различных напряжений питания должна осуществляться с определёнными задержками, значения которых могут варьироваться в пределах от нескольких наносекунд до нескольких миллисекунд в зависимости от конкретного компонента.

**Время нарастания импульса напряжения.** Уровни различных напряжений питания, как правило, находятся в диапазоне от 1 до 5 В. Для каждого уровня напряжения представлены рекомендуемые минимальное и максимальное значения времени нарастания импульса в диапазоне от нескольких микросекунд до нескольких миллисекунд. Таким образом, рекомендуемые значения скорости нарастания находятся в пределах от нескольких В/мкс до нескольких В/мс.

**Разница между напряжениями питания.** Разница между различными уровнями напряжения в рамках нарастания импульса (см. ранее) не должна превышать установленных значений.

Встроенные измерительные и математические функции, имеющиеся в осциллографах R&S RTE1000 и

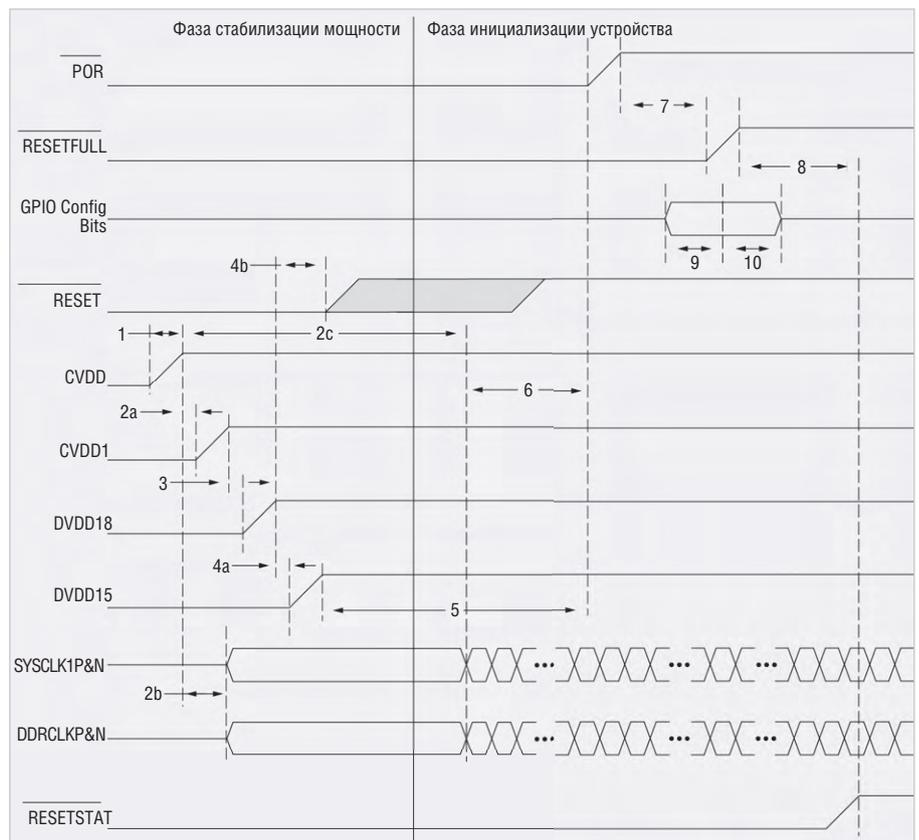


Рис. 2. Совместное использование двух многоканальных пробников мощности R&S RT-ZVC с четырёхканальным осциллографом R&S RTE1000 или R&S RTO2000

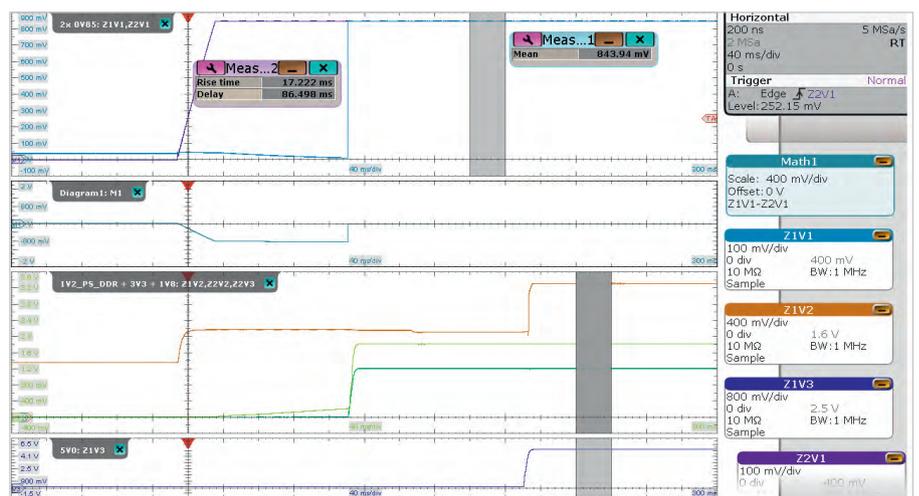


Рис. 3. Встроенные измерительные и математические функции для детального анализа характеристик напряжения

R&S RTO2000, позволяют выполнять анализ специальных характеристик напряжения питания (см. рис. 3). С помощью курсоров можно вручную выполнять анализ множества параметров, таких как задержка между различными каналами. Функции автоматизированных измерений позволяют производить непосредственный контроль таких характеристик, как задержка между каналами и время нарастания отдельных напряжений. Пробник R&S RT-ZVC с частотой дискретизации

5 Мвыб./с позволяет измерять типовые значения скорости нарастания порядка нескольких В/с. С помощью математических функций для отдельных каналов осциллографа можно контролировать разность напряжений между каналами.

### Высокая точность для жёстких допусков по напряжению питания

В дополнение к характеристикам последовательности включения питания ключевыми требованиями для обеспечения

соответствующей производительности практически всех электронных схем являются стабильность и отсутствие помех в напряжениях шин электропитания. Напряжения шин электропитания и соответствующие им поля допуска, как правило, минимизируются с целью уменьшения энергопотребления и увеличения времени работы от аккумуляторной батареи.

Выполнение анализа низкоуровневых напряжений питания в узких полях допуска для ПЛИС, ЦП и ЦСП требует использования прибора с соответствующей чувствительностью и высокой точностью. Пробник R&S RT-ZVC обеспечивает превосходный уровень точности 0,1% для измерения напряжения и 0,2% для измерения тока, что более чем в 10 раз превосходит точность, достижимую при использовании стандартных каналов осциллографа (см. рис. 4).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Высокая точность измерения напряжения, как правило, играет исключительно важную роль при работе с ультрасовременными высокоскоростными схемами. Многоканальный пробник мощности R&S RTZVC –

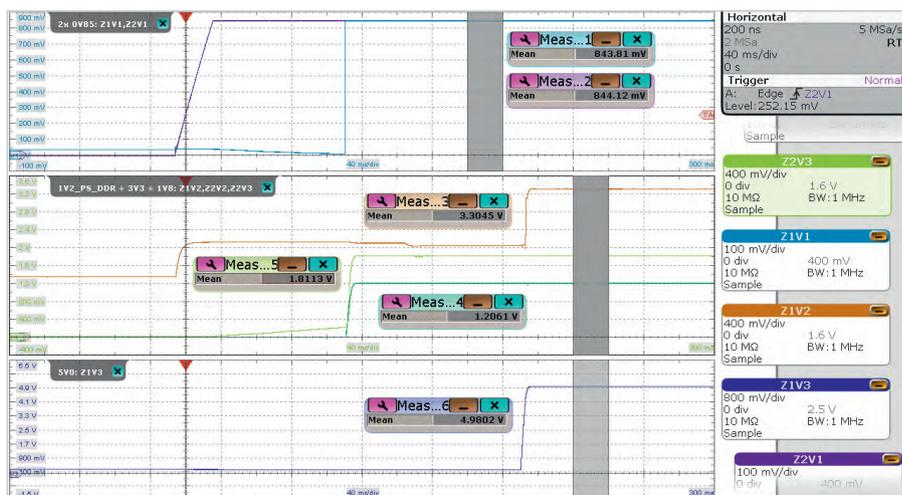


Рис. 4. Подробная проверка низкоуровневых напряжений питания на соответствие жёстким допускам

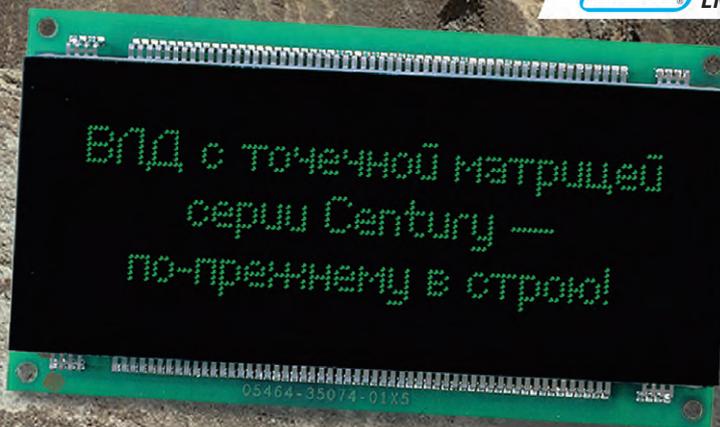
это идеальное решение для непосредственной визуализации последовательности включения и выключения питания ПЛИС, ЦП и ЦСП. Пробник позволяет с лёгкостью измерять время задержки, пульсации, шум и время нарастания напряжения в отдельных каналах для контроля точности и безошибочности последовательности включения питания.

Пробники главным образом предназначены для измерения токов и напряжений с высоким разрешением, однако в дополнение к контролю последовательности включения питания они могут применяться и в ещё одной важной области – для измерения потребляемого тока в устройствах Интернета вещей, где эта характеристика играет ключевую роль.



## ВАКУУМНО-ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ДИСПЛЕИ ДЛЯ ЖЁСТКИХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

- Яркость 600 кд/м<sup>2</sup>
- Угол обзора 150° (конусный)
- Встроенные контроллеры управления
- Символы высотой 5 и 9 мм
- Вибрации от 10 до 500 Гц
- Удары до 20 г (по каждой оси)
- Ресурс от 40 000 до 100 000 часов
- Диапазон рабочих температур -40...+85°C



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636  
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU



Реклама

# КОМПЛЕКСНЫЕ ПОСТАВКИ ИБП



## ПОСТАВКА, ПУСКОНАЛАДКА, ИНТЕГРАЦИЯ

Широкий ассортимент ИБП, включая модели:

- для альтернативной энергетики
- для приложений с нестабильным основным питанием



# Современные компоненты компании Murata: AC/DC-источники питания

Юрий Петропавловский (petropavlovski@inbox.ru)

В статье рассмотрены особенности ACDC-источников питания компании Murata Power Solutions, представленных в каталогах 2019 года, а также приведена номенклатура приборов групп 1U Front-End, Open Frame, трёхфазных блоков и источников питания для светодиодного освещения.

Уже не один десяток лет электронные компоненты компании Murata Manufacturing Co., Ltd (префектура Киото, Япония) используются как в радиоэлектронной аппаратуре широкого применения, так и в специальной технике ведущих мировых производителей. Их отличают высокое качество, надёжность, отличные электрические и эксплуатационные характеристики.

В октябре 1944 года предприниматель Акира Мурата (Akira Murata, 1921–2006) зарегистрировал частное предприятие Murata Manufacturing. Небольшой завод площадью 150 м<sup>2</sup> в центре Киото выпускал керамические термокомпенсированные конденсаторы, предназначенные в основном для супергетеродинных радиоприёмников. В 1950 году предприятие было реорганизовано в частную

компанию (ООО) Murata Manufacturing Co., Ltd. Инновационными продуктами того времени, производимыми компанией, стали пьезоэлектрические резонаторы на основе титаната бария для рыбопоисковых приборов и керамические фильтры на основе титаната свинца и циркония для ПЧ-трактов транзисторных приёмников. В 60-х годах компания освоила выпуск позисторов для петель размагничивания цветных телевизоров и керамических фильтров для трактов цветности, в 1962 – заключила крупный контракт на поставку электронных компонентов в СССР.

В 70-е годы Murata приступила к созданию зарубежных производственных и торговых дочерних компаний, первой из которых в 1972 году стала Murata Electronics Singapore (Pte.) Ltd в Сингапу-

ре. В 1973 году было запущено производство на заводах в штате Джорджия (США) и на Тайване. Одним из передовых продуктов компании этого периода стал антенный дуплексер GIGAFIL® для автомобильных радиотелефонов и мобильных телефонов первого поколения компании NTT. В 80–90-е годы число зарубежных дочерних компаний Murata в различных странах Азии, Европы, Северной и Южной Америки быстро увеличивалось. К оригинальным продуктам этого периода можно отнести керамические резонаторы CERALOCK® для ПК, многослойные керамические конденсаторы для монтажа на поверхность, активные фильтры для CD-проигрывателей, пьезоэлектрические вибрационные гироскопы для видеокамер.

В 2007 году Murata приобрела подразделение силовой электроники компании C & D Technologies (в настоящее время Murata Power Solutions, Inc, г. Милтон-Кейнс, Великобритания), специализирующееся на разработке и производстве источников питания и компонентов для них (AC/DC- и DC/DC-преобразователи). В настоящее время Murata является глобальной корпорацией с десятками тысяч сотрудников по всему миру и широким спектром высокотехнологичной продукции и решений для различных отраслей электронной промышленности. Продукцию Murata представляют глобальные (Arrow, Rutronik) и региональные дистрибьюторы электронных компонентов в десятках стран мира. В России официальным дистрибьютором Murata с 2000 года является группа компаний «Симметрон».

В каталогах Murata 2019 года представлены продукты в следующих основных категориях: конденсаторы, индуктивности, фильтры и фазовращатели, резисторы, терморезисторы, датчики, времязадающие компоненты (МЭМС, резонаторы, генераторы), звуковые излучатели (буззеры), источники питания (ИП), элементы питания, приборы для радиочастотной идентификации (RFID), ВЧ-устройства, ВЧ головные устройства (Front End Modules), ПАВ-фильтры, устройства и компоненты для беспроводных приложений.

Компания Murata Power Solutions является одним из крупнейших в мире

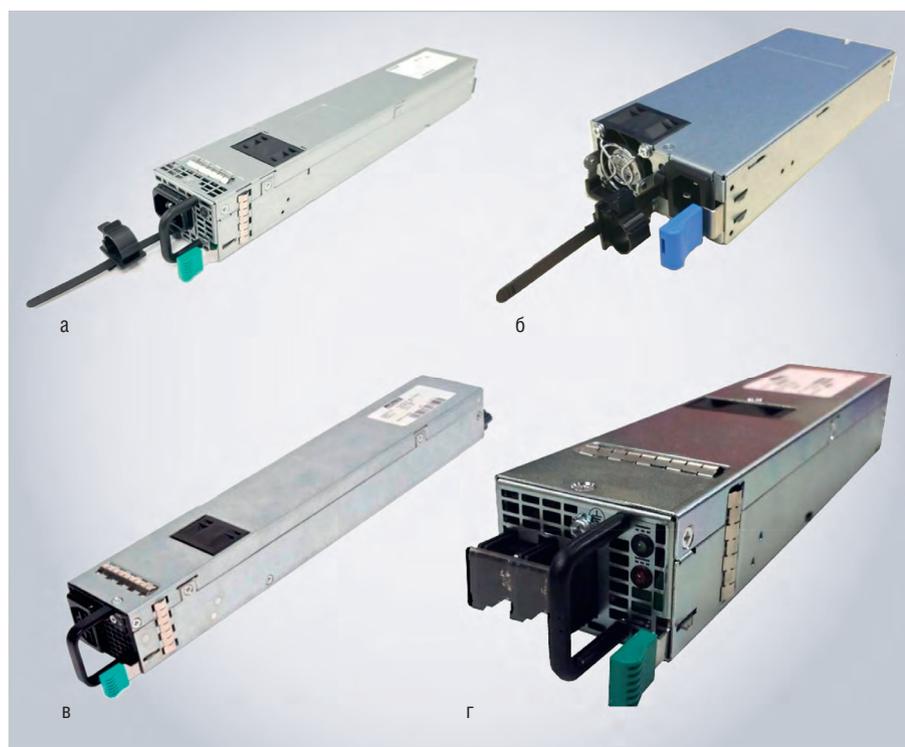


Рис. 1. ИП группы 1U Front-End: а) D1U54P-W-2000-12-HxxC; б) D1U86T-W-800-12-HB4C; в) D1U54-HD-1200-12-HA4C; г) D1U54-D-450-12-Hxx

производителей законченных импульсных источников питания, импульсных преобразователей напряжения, цифровых измерительных панелей, индуктивностей, ферритовых сердечников и некоторых других продуктов. Источники питания и компоненты Murata Power Solution отличаются высокой надёжностью и сертифицированы по стандарту ISO 9001.

Сетевые AC/DC-источники питания компании занимают ведущие позиции на многих целевых рынках, в том числе на рынках серверов, центров обработки данных и других систем распределённого питания. В ассортименте компании такие источники питания представлены в четырёх группах: в форм-факторе 1U Front-End; в исполнениях на открытых печатных платах форм-фактора Open Frame 1U; блоки питания для светодиодного освещения (LED Lighting); трёхфазные блоки питания (Enclosed Front-End 3 Phase AC-in).

Источники питания группы 1U Front-End предназначены для организации систем питания серверов, рабочих станций, устройств хранения данных и других систем распределённого питания. В связи с этим приборы данной группы должны обладать очень высокой эффективностью для снижения затрат на охлаждение систем, в которых они используются, а также высокой надёжностью и длительным сроком службы при круглосуточной работе аппаратуры. В ассортименте компании представлено несколько десятков типов приборов с выходной мощностью от 400 до 2800 Вт.

На рисунке 1 показан внешний вид некоторых источников питания группы 1U Front-End. Большинство из них предназначены для работы от сетей переменного тока 50/60 Гц с напряжением от 90 до 264 В. Такой широкий диапазон входных напряжений практически исключает влияние скачков и нестабильности напряжения в сети на работу систем. Часть приборов рассчитаны на работу в сетях постоянного тока с напряжением 40–72 и 230–400 В. Все источники питания группы обеспечивают два выходных напряжения:  $U1_{\text{вых}}$  и  $U2_{\text{вых}}$ . Первое напряжение (Main Power, преимущественно 12 В) предназначено для питания мощных нагрузок, второе (Standby Power; 12, 5 или 3,3 В) предназначено для нагрузок с токами порядка 1–6 А. Классификационные параметры источников питания группы 1U Front-End с питанием от сетей переменного тока напряжением

**Классификационные параметры ИП группы 1U Front-End**

Тип прибора	$P_{\text{вых}}$ , Вт	$U1_{\text{вых}}$ , В	$I1_{\text{вых}}$ , А	$U2_{\text{вых}}$ , В	$I2_{\text{вых}}$ , А	Эффективность, %
D1U54T-W-800-12-HB4C	800	12	66,5	12	1	96
D1U54T-W-800-12-HB3C	800	12	66,5	12	1	96
D1U86T-W-800-12-HB4C	800	12	65	12	2,5	96
D1U54P-W-2000-12-HC4C	2000	12	166,7	3,3	3	94
D1U54P-W-2000-12-HC3C	2000	12	166,7	3,3	3	94
D1U54P-W-2000-12-HB4C	2000	12	166,7	12	3	94
D1U86P-W-2200-12-HB4DC	2226	12	183	12	2,5	94
D1U86P-W-2200-12-HB3DC	2226	12	183	12	2,5	94
D1U54P-W-450-12-HB4C	462	12	37,5	12	1	94
D1U51P-W-450-12-HA4C	460	12	37,5	5	2	94
D1U54P-W-450-12-HA3C	460	12	37,5	5	2	94
D1U54P-W-1500-12-HA3TC	1220	12	125	5	4	94
D1U54P-W-1500-12-HC3TC	1213	12	125	3,3	4	94
D1U54P-W-1500-12-HB4TC	1230	12	125	12	2	94
D1U54P-W-650-12-HB3C	674	12	54,2	12	2	94
D1U86P-W-1600-12-HB4DC	1630	12	133	12	2,5	94
D1U54P-W-1200-12-HC3PC	1210	12	100	3,3	3	94
D1U54P-W-1200-12-HA3PC	1215	12	100	5	3	94
D1U3CS-W-850-12-HC4C	850	12	69,2	3,3	6	93
D1U4CS-W-2200-12-HC4C	2201	12	180	3,3	6	93
D1U4CS-W-2200-12-HC3C	2201	12	180	3,3	6	93
D1U4CS-W-2200-12-HA4C	2206	12	180	5	5	93
D1U3CS-W-1200-12-HC4EC	1300	12	108,3	3,3	6	92
D1U3CS-W-1300-12-HA4EC	1300	12	108,3	5	4	92
D1U-W-2000-48-HB4C	2002,8	48	41,3	12	1,7	90

90–264 В (D1U54/86-W-) приведены в таблице (статус продуктов на 2019 год; рекомендуется, в производстве). Как видно из таблицы, приборы характеризуются очень высокой эффективностью 90–96%.

Все источники питания, несмотря на большую мощность, выполнены в очень компактных корпусах с высотой несколько меньшей, чем 1U (1,75 или 44,4 мм). Например, прибор D1U54P-W-2000-12-HxxC мощностью 2000 Вт (см. рис. 1а) имеет размеры 321×54,5×40 мм, а менее мощный источник питания D1U86T-W-800-12-HB4C – 197,7×86,36×40 мм. Как можно заметить из таблицы, в наименованиях типов приборов имеются данные о высоте блока (1U), ширине в миллиметрах (54/86), выходной мощности (800/2000/xxx), величине  $U1_{\text{вых}}$  (12). По наименованиям ИП можно определить и параметры сетей, к которым подключаются приборы: W – переменное напряжение 50/60 Гц, 90–264 В; M – 50/60 Гц, 90–305 В; H – 50/60 Гц, 180–264 В; D – постоянное напряжение 40–72 В; HD – постоянное напряжение 230–400 В. Все источники питания оснащены эффективными системами защиты от превышения выходного тока, пониженного и повышенного входного напряжения, от перегрева.

Источники питания рассматриваемой группы рассчитаны на работу при температуре окружающей среды 0...+50/55/60°C или -5...+50/55°C, для небольшого числа типов приборов диапазон рабочих температур находится в пределах 0...+40/45°C. Рассмотрим осо-

бенности некоторых источников питания данной группы более подробно.

D1U86T-W-800-12-HB4C (см. рис. 1б) – прибор из серии 800-ваттных высокоэффективных источников питания класса Front-End 80 PLUS Titanium® с принудительным воздушным охлаждением (откачка воздуха из корпуса). В приборах реализована активная схема контроля выходного тока (Active Current Sharing) для обеспечения параллельной работы нескольких приборов и многофункциональный светодиодный индикатор статуса. Гарантированная выходная мощность главного канала прибора ( $U1_{\text{вых}}$ ) составляет 730 Вт при входном сетевом напряжении 100 В и 810 Вт при напряжении 110–240 В. Эффективность источников питания незначительно меняется при различных нагрузках: от 90% при 10% нагрузке до 95/96% при 100/50% нагрузке (соответствующие коэффициенты мощности – 0,95/0,96).

Параметры выходного напряжения приборов: значения  $U1_{\text{вых}}$  – 11,96...12,04 В; изменения выходного напряжения при предельных изменениях напряжения сети и тока нагрузки не превышают ±1% (Line and Load Regulation); максимальный выходной ток – 66,5 А; уровень пульсаций и шума в диапазоне частот до 20 МГц не более 120 мВ (от пика до пика). Эксплуатационные характеристики: диапазон рабочих температур 0...+50°C; влажность 5–92%; высота над уровнем моря – 3000 м; удары в нерабочем состоянии до 30G; вибростойкость в рабочем режи-



Рис. 2. ИП D1U-H-2800-52-NBxxC



Рис. 3. ИП группы Open-Frame

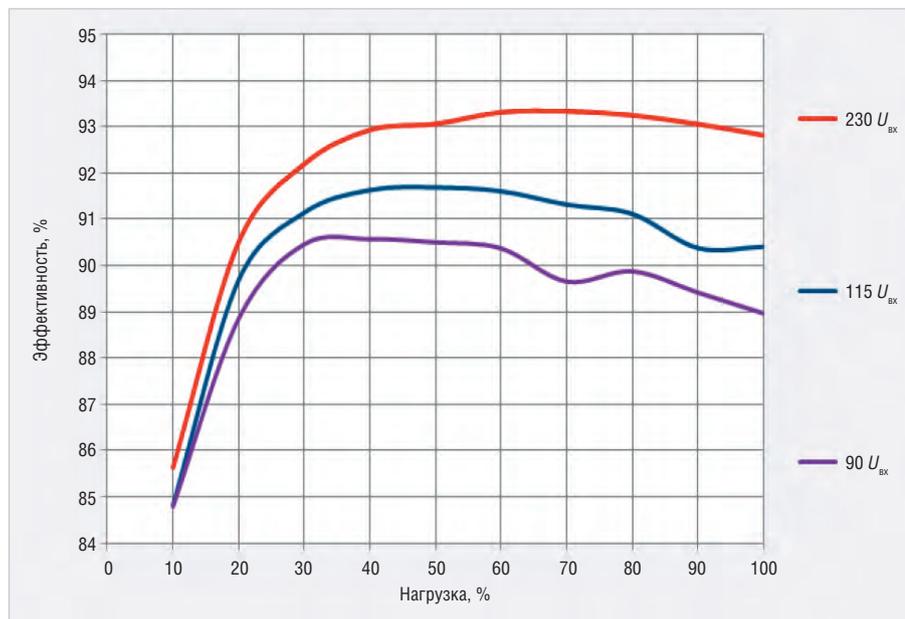


Рис. 4. Характеристики эффективности ИП MVAC400-12

ме 2G (5–200 Гц). Параметры электромагнитных излучений и защиты от них соответствуют требованиям стандартов IEC/EN 61000-3/4.

D1U54-HD-1200-12-NA4C (см. рис. 1в) – мощный источник питания для работы в высоковольтных сетях постоянного тока (HVDC Input Front-End Supply). Основные отличия от рассмотренного выше ИП:

- размеры прибора 321×54,5×40 мм, активная схема контроля выходного тока с возможностью обеспечения работы до 8 параллельно включённых приборов;
- первичное постоянное входное напряжение 230–400 В (номинальное 380 В), эффективность 92–95%;
- выходные напряжения:  $U_{1\text{ вых}} - 12 \pm 0,5 \text{ В}$ , выходной ток 5–100 А, уровень пульсаций и шумов не более 150 мВ;  $U_{2\text{ вых}} - 4,76...5,24 \text{ В}$ , ток нагрузки до 3 А;
- диапазон рабочих температур –5...+50°C.

D1U54P-W-2000-12-NxxC (см. рис. 1а) – источники питания большой мощности серии NxxC, аналогичные рассмотренному ранее D1U86T-W-800-12-NB4C. Основные отличия приборов:

- источник напряжения  $U_{1\text{ вых}}$ : ток в нагрузке – 0...166,7 А;
- источник напряжения  $U_{2\text{ вых}}$ : в зависимости от конкретного исполнения – 12, 5 и 3,3 В; ток в нагрузке до 3 А.

D1U54-D-450-12-Nxxx (см. рис. 1г) – серия 450-ваттных источников питания для работы в низковольтных сетях постоянного тока. ИП содержит активную цифровую схему контроля выходного тока, обеспечивающую параллельную и последовательную схемы включения нагрузок, а также горячую замену блоков системы питания. Основные отличия приборов от рассмотренного ранее ИП D1U54-HD-1200-12-NA4C:

- размеры приборов 228×54,5×40 мм, первичное постоянное напряжение –(44–72) В (номинальное –53 В);
- выходные напряжения:  $U_{1\text{ вых}} - 11,96...12,04 \text{ В}$ , выходной ток 0...37,5 А;  $U_{2\text{ вых}} - 4,76...5,25 \text{ В}$ , ток до 2 А.

D1U-H-2800-52-NBxxC (см. рис. 2) – серия одних из самых мощных (2800 Вт) ИП группы 1U Front-End с интегрированным корректором коэффициента мощности (PFC). Приборы предназна-

чены для систем питания с резервированием и «горячей» заменой компонентов (Hot-Swapping redundant system). Входное переменное напряжение ИП – 50/60 Гц, 170–264 В (номинальное 230 В), эффективность 91,6% (при  $U_{\text{пит}} = 220 \text{ В}$ ), основное выходное напряжение  $U_{1\text{ вых}} - 51,48...-52,52 \text{ В}$ , максимальный ток 54 А, напряжение  $U_{2\text{ вых}} - 12 \text{ В}$ , ток до 0,5 А. Приборы выполнены в корпусах размерах 289,5×139,7×41 мм и могут эксплуатироваться при температуре 0...+50°C и влажности до 90%.

В группу AC/DC-приборов форм-фактора Open Frame входят более 25 моделей ИП мощностью 250–550 Вт, предназначенных для работы в сетях переменного тока 50/60 Гц напряжением 90–264 В. Все модели выполнены в габаритах форм-фактора 3"×5" (76,2×127 мм) и обеспечивают работу в диапазоне температур –10...+70°C, при влажности до 95%, на высоте до 5000 м. ИП Open-Frame отличаются высокой эффективностью (93/94%), надёжностью, малыми габаритами и весом. Эти компактные устройства предназначены для применения в промышленности, телекоммуникационном оборудовании, медицинских приборах и других ответственных системах. Кроме типовых моделей ИП, компания может предоставить устройства с характеристиками, согласованными с заказчиками.

Особенности ИП Open Frame рассмотрим на примере приборов серии MVAC400, включающей 10 моделей AC/DC-источников питания высокой плотности мощностью 400 Вт с принудительным воздушным охлаждением и 250 Вт без него (внешний вид ИП показан на рисунке 3). Модели серии отличаются различными значениями выходного напряжения  $U_{1\text{ вых}}$ ,  $U_{2\text{ вых}}$ ,  $U_{3\text{ вых}}$ . Наименования моделей содержат информацию о значении  $U_{\text{вх}}$ : MVAC-400-xx-yy, где xx – 12, 24, 27, 48 (напряжение в вольтах). Буквами AFx обозначают особенности конкретных моделей.

Источники питания рассматриваемой серии отличаются высокой эффективностью (порядка 90–94%). Зависимость эффективности модели MVAC400-12 от величины нагрузки при различных сетевых напряжениях представлена на рисунке 4. Максимальный выходной ток источника  $U_{1\text{ вых}}$  зависит от величины выходного напряжения (33 А / 12 В, 16 А / 24 В, 8 А / 48 В) конкретных моделей, входного напряжения и условий охлаждения. На рисун-

AC/DC DC/DC

# Hot Swap с PMBus

Сделайте это по-быстрому!

**muRata**

INNOVATOR IN ELECTRONICS

Блоки питания с горячей заменой для монтажа как в корпусе оборудования, так и в 19" стойке с помощью отдельно поставляемой корзины. Обладают высокой энергетической плотностью и эффективностью. Линейка мощностей от 450 Вт до 7 кВт. Высокий КПД и соответствие стандартам 80 Plus Gold и Platinum. Работа по схеме N+1, параллельная работа с активным токораспределением, наличие OringFet. Интерфейс I<sup>2</sup>C с протоколом PMBus и индикация состояния на передней панели.



**Symmetron**

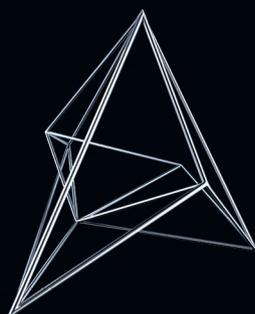
МОСКВА  
Ленинградское шоссе, д. 69, к. 1  
Тел.: +7 495 961-20-20  
moscow@symmetron.ru

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
ул. Таллинская, д. 7  
Тел.: +7 812 449-40-00  
spb@symmetron.ru

НОВОСИБИРСК  
ул. Блюхера, д. 716  
Тел.: +7 383 361-34-24  
sibir@symmetron.ru

МИНСК  
ул. В. Хоружей, д. 1а, оф. 507  
Тел.: +375 17 336-06-06  
minsk@symmetron.ru

[www.symmetron.ru](http://www.symmetron.ru)



ке 5 приведены рейтинговые мощности ИП при входном напряжении 230 В и различных условиях охлаждения (с воздушным охлаждением и без него). Напряжение/ток источников  $U_{2\text{вых}}$  – 12 В / 1,4 А;  $U_{3\text{вых}}$  – 5 В / 2 А. Диапазон рабочих температур ИП –10...+70°C, влажность 10–95%, наработка на отказ (MTBF) 474К, ударопрочность по стандарту MIL-НВК-810F, вибростойкость по IEC-68-2-27, медицинская безопасность по стандарту IEC-60601-1, гарантия 2 года. Для приборов также нормированы параметры по электромагнитным излучениям, радиационной стойкости, магнитным полям, электростатике и другим характеристикам.

В группе Enclosed Front-End 3 Phase AC-in компания предлагает 2 модели приборов: D2U5T-H3-7000-54-HU4C (7 кВт) и D2U5T-H3-5000-380-HU3C (5 кВт). Внешний вид ИП показан на рисунке 6. Приборы с интегрированным корректором коэффициента мощности обеспечивают преобразование 3-фазного напряжения 230 В или 480 В в постоянное напряжение 54 и 380 В соответственно ( $U_{1\text{вых}}$ ) и 3,3 или 5 В ( $U_{2\text{вых}}$ , выбирается). Предусмотрен режим параллельной работы до трёх единиц однотипных приборов и «горячая» замена неисправных блоков. Конструктивное исполнение в форм-факторе 2U с плотной компоновкой электронных компонентов делает рассматриваемые ИП отлично подходящими для применения в серверах, рабочих станциях, системах хранения данных, вещательных передатчиках и многих других приложениях.

Приборы питаются от 3-фазных сетей переменного тока напряжением от 180 до 525 В, выходные напряжения  $U_{1\text{вых}}$  54 и 380 В соответственно, выходной ток  $I_{1\text{вых}}$  129,7 и 13,34 А, коэффициент мощности приборов в зависимости от величины входного напряжения и нагрузки находится в пределах 0,85...0,995, эффективность 89–96% в зависимости от нагрузки. Формируемые ИП напряжения отличаются высоким качеством: нестабильность по входу и нагрузке 0,1%, пульсации и шум не более 0,5 В.

Диапазон рабочих температур приборов 0...+50°C, влажность до 90%, высота над уровнем моря 3000 метров, допускаются одиночные удары до 30G, вибростойкость 0,5G (5–500 Гц), срок гарантии 2 года.

Для систем светодиодного освещения предназначены источники питания группы LED Lighting, включающие около 30 моделей приборов (см. рис. 7). ИП этой группы поддерживают специальные тре-

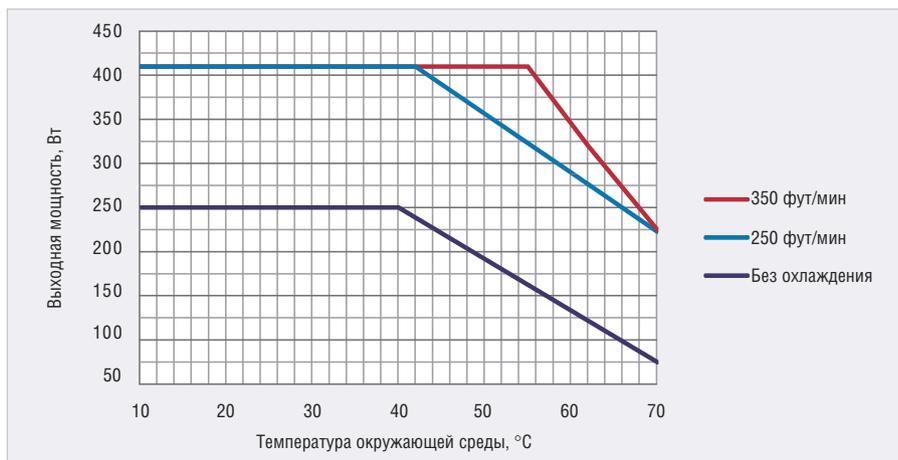


Рис. 5. Рейтинговая мощность ИП MVAC400 при  $U_{вх}=230$  В



Рис. 6. Трёхфазный ИП



Рис. 7. ИП для светодиодного освещения

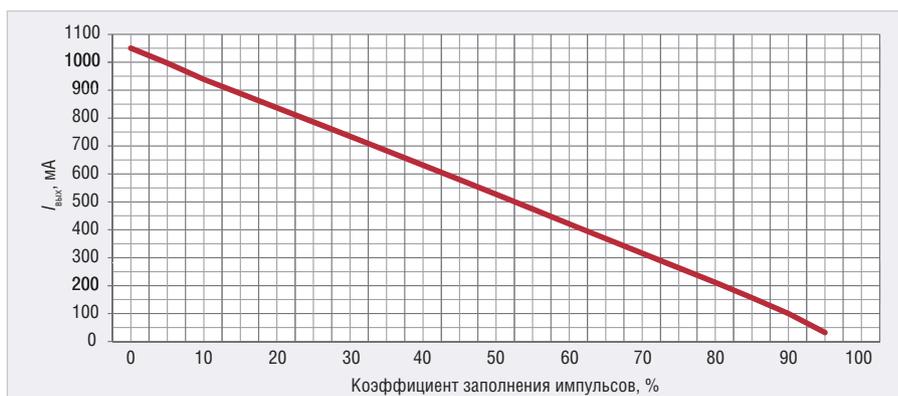


Рис. 8. Характеристика ШИМ-диммирования ИП MPA1962

бования для систем светодиодного освещения, такие как ШИМ-управление, диммирование с помощью стека DALI и управление через интерфейс UART-дисплеями.

Рассмотрим особенности современных ИП данной группы на примере серии MPA1962. В каталоге компании 2019 года представлено 6 моделей AC/DC-драйверов светодиодов этой серии с выходной мощностью от 37 до 50 Вт, работающих от сетей переменного тока напряжением 90–267 В. Приборы разработаны Murata Power Solutions, предприятие по их производству базируется в Китае.

Приборы серии MPA1962 обеспечивают максимальные выходные токи 1050, 900 и 750 мА при выходном напряже-

нии в пределах 30–50 В. Эффективность ИП в зависимости от входного и выходного напряжений находится в пределах 82,8...87%. Эксплуатационные характеристики: диапазон рабочих температур –40...+50°C, влажность 5–95%, наработка на отказ 10 лет (по стандарту EIAJRCR-9102B), гарантия 1 год. ИП выполнены в компактных корпусах размерами 224×70×35 мм, вес 482 г. ИП рассматриваемой серии обеспечивают ШИМ-диммирование, регулировочная характеристика которого приведена на рисунке 8.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. <https://power.murata.com/products/ac-dc-power-supplies.html>





**ADLINK**  
TECHNOLOGY INC.

# Высокопроизводительное PXI/PXIe-оборудование ADLINK для тестирования и измерений



PXIe-контроллеры

HDMI-модули видеозахвата

Высокоскоростные модули АЦП

Модули сбора данных

Коммутаторы

PXI Express-шасси



## PXI Express-платформа



### PXES-2590+PXIe-3985

3U, полностью гибридное 9-слотовое шасси, PXIe-контроллер с процессором Intel Core i7



### PXIe-9852

2 канала аналогового ввода, частота опроса 200 МГц, разрешение 14 бит, встроенная память 1 Гбайт

## 18-слотовое 3U PXI Express-шасси



### PXES-2780

10 гибридных и 6 PXI Express-слотов, системная пропускная способность до 8 Гбайт/с

## HDMI-модули видеоаудиозахвата



### PXIe-HDV62A

Одноканальный модуль видеоаудиозахвата высокого разрешения

**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	(473) 229-5281	voronezh@regionprof.ru
ЕКАТЕРИНБУРГ	(343) 356-5111	info@prosoftsystems.ru
	(912) 620-8050	ekaterinburg@regionprof.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



# Фильтры ЭМП ТЕКО для промышленного применения

Артеми́й Скребне́в (skrebnev@test-expert.ru)

**Применение фильтров электромагнитных помех является одним из основных способов защиты от кондуктивных помех, вследствие чего они используются в цепях электропитания практически всех типов оборудования. В статье пойдёт речь о фильтрах ТЕКО для промышленного применения.**

Электромагнитные помехи (ЭМП) возникают в результате работы устройств, предназначенных для генерации или преобразования электроэнергии, таких как электродвигатели, генераторы, преобразователи (например, инверторы), газоразрядные лампы, реле. Помимо технических средств, помехи также могут создаваться и атмосферными явлениями – грозовыми разрядами.

При разработке технических решений по защите оборудования ЭМП подразделяют на два типа: противофазные и синфазные.

Противофазные помехи возникают между прямыми и обратными проводниками электрических цепей. Токи противофазных помех имеют то же направление, что и токи полезного сигнала. В симметричных электрических контурах (незаземлённые цепи или цепи, у которых заземлена средняя точка) противофазные помехи проявляются как симметричные напряжения (либо «помехи дифференциального типа» – differential mode interference), а в несимметричных электрических контурах (односторонне заземлённые контуры) – как несимметричные напряжения.



Рис. 1. Внешний вид фильтра ТЕКО ФП-4100

Напряжения противофазных помех возникают чаще всего из-за наличия магнитной связи и преобразования синфазных помех в противофазные. Они суммируются с полезным сигналом и вызывают сбои, погрешности измерений и т. д. Так, напряжение противофазной помехи вызывает в электрических контурах ток, который создаёт на полных сопротивлениях передатчика и приёмника падения напряжения.

Синфазные помехи обусловлены источниками мешающих напряжений, которые появляются между проводниками и землёй, обладающей нулевым потенциалом, например, в форме кратковременного повышения потенциала земли.

Синфазные напряжения, возникающие в симметричных электрических контурах, называются несимметричными напряжениями («помеха общего типа» – common mode interference). Несимметричные напряжения прямых и обратных проводов отличаются на величину полезного сигнала.

Высокие синфазные напряжения могут привести к пробоем между проводниками и корпусом прибора (или массой), что может привести к серьёзным последствиям.

Однако при различных сопротивлениях синфазное напряжение вызывает в прямых и обратных проводах различные по значению токи, которые создают на них падения напряжения. Прямой и обратный провода приобретают различные напряжения относительно земли, и происходит преобразование синфазной помехи в противофазную.

В силовых цепях преобладает несимметричная нагрузка, однако источники высокочастотных помех, например, преобразователи на IGBT-транзисторах, могут генерировать несимметричные (синфазные) помехи.

Фильтры ЭМП ТЕКО позволяют ослаблять как симметричные, так и несимметричные помехи на существенном уровне. Устройства обычно представляют собой фильтры нижних частот (ФНЧ), характеризующиеся частотой среза. Фильтры могут устанавливаться как непосредственно сразу за источником помех, так и перед приёмником.

Основными параметрами фильтров ТЕКО являются:

- число проводов сети (обычно 2 или 4);
- номинальное напряжение: переменное (250/440 В или другое), постоянное (до 1200 В);
- номинальный ток, А;
- частотный диапазон подавления помех, Гц;
- величина вносимого затухания, дБ;
- тип помех, подавляемых фильтром: синфазные/противофазные.

Конструкция и устройство фильтров может отличаться в зависимости от указанных параметров. Например, для подавления симметричных помех применяется du/dt-фильтр НЧ, состоящий из цепочек катушек индуктивности и конденсаторов, а также специальных помехоподавляющих X-конденсаторов, которые включаются между проводниками линии и «замыкают» контур для ВЧ-помех через себя.

Благодаря большому числу доступных параметров перечень областей применения фильтров ТЕКО включает в себя:

- источники бесперебойного питания;
- электродвигатели и приводы;
- генераторы и преобразователи;
- медицинское оборудование;
- производство;
- экранированные и безэховые камеры;
- системы защиты информации;
- системы хранения данных.

## Типовые модели фильтров ЭМП ТЕКО

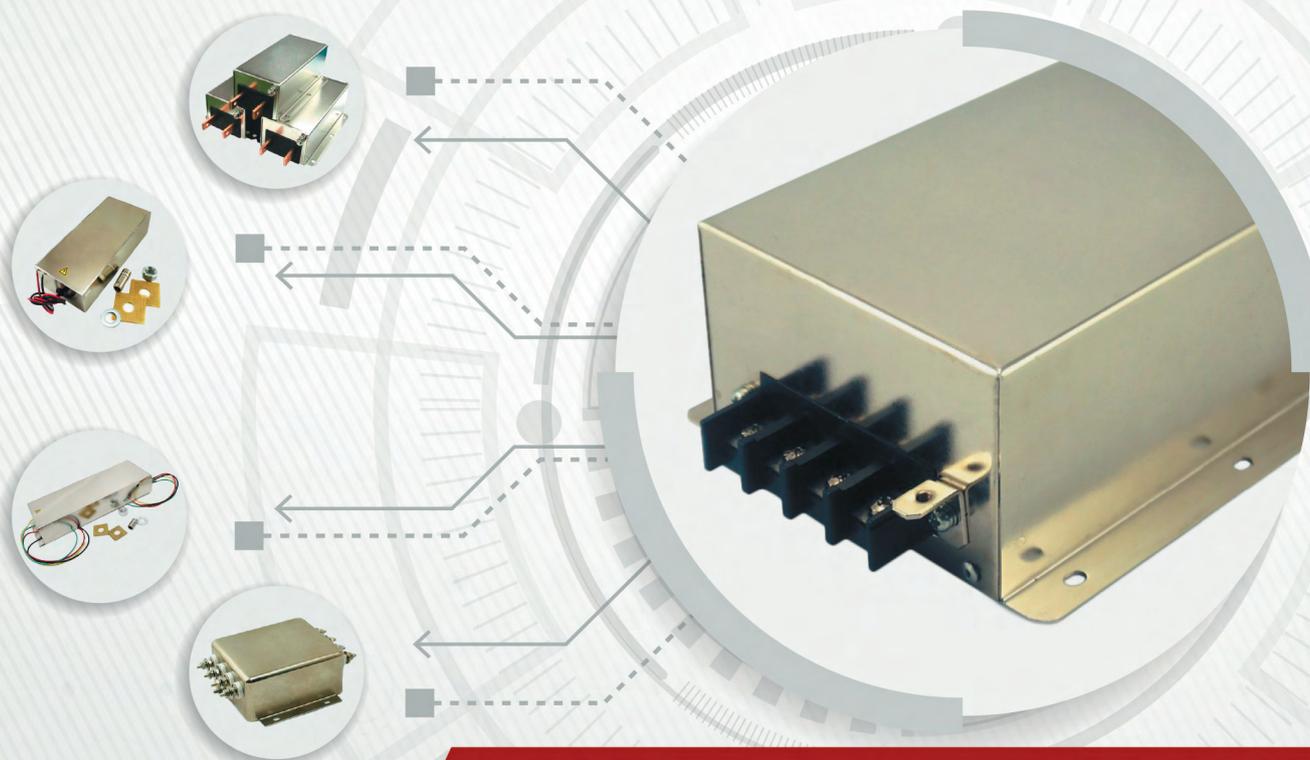
### ТЕКО ФП-4100

Фильтр ТЕКО ФП-4100 предназначен для защиты от ЭМП в трёхфазной сети электропитания с максимальным линейным напряжением до 440 В и током до 600 А.

Внешний вид фильтра ТЕКО ФП-4100 показан на рисунке 1, а его основные

# ФИЛЬТРЫ ЭМП

## для промышленного применения



**Фильтры ТЕКО – высокоэффективные фильтры для защиты от электромагнитных помех, создаваемых промышленным оборудованием, таким как электродвигатели, преобразователи, инверторы, блоки питания и другим.**

Специальная конструкция корпусов с экранированными отсеками, а также качественные электронные компоненты гарантируют высокий уровень ослабления электромагнитных помех. Доступны модели со специальным исполнением для установки в экранированные и безэховые камеры.

### СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ ФИЛЬТРОВ ТЕКО:

- Источники бесперебойного питания
- Электродвигатели и приводы
- Генераторы и преобразователи
- Медицинское оборудование
- Производство
- Экранированные и безэховые камеры
- Системы защиты информации
- Системы хранения данных

**ТЕСТПРИБОР**

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



Технические характеристики фильтров ЭМП ТЕКО

Технические характеристики фильтров ТЕКО	ФП-4100-50 (50 А)	ФП-5300-100 (100 А)	ФП-2-250/32 (32 А)
Номинальное напряжение (линейное), В	440, трёхфазное	1200, постоянное	250
Номинальный ток, А	до 600	до 1500	до 1000
Количество проводов	4 (3L, N)	2	2 (L, N)
Частотный диапазон подавления помех	150 кГц – 30 МГц	10 кГц – 30 МГц	10 кГц – 40 ГГц
Вносимое затухание, дБ	до 85	до 100	не менее 100
Габаритные размеры Д×Ш×В, мм	180×152×66	201×96×81	760×165×200

технические характеристики сведены в таблице.

На рисунке 2 приведены принципиальные электрические схемы фильтров ФП-4100 с номинальным током до 150 А, с номинальным током 200 А и с номинальным током свыше 200 А.

На рисунке 3 показана зависимость величины вносимого затухания от частоты: пунктирная линия – подавление противофазной помехи, сплошная – синфазной помехи.

ТЕКО ФП-5300

Фильтр ТЕКО ФП-5300 рассчитан на работу в цепях постоянного тока с напряжением до 1200 В и током до 1500 А. Может применяться для пода-

вления ЭМП на входе мощных инверторов энергии солнечных батарей, а также любого другого оборудования постоянного тока.

Внешний вид фильтров ТЕКО ФП-5300 показан на рисунке 4, а основные технические характеристики сведены в таблице.

На рисунке 5 приведена принципиальная электрическая схема фильтра ФП-5300, а на рисунке 6 – зависимость величины вносимого затухания от частоты (сплошная линия – синфазная помеха, пунктирная – противофазная помеха).

ТЕКО ФП-2-250

ТЕКО ФП-2-250 – типовая модель фильтра ЭМП для экранированных

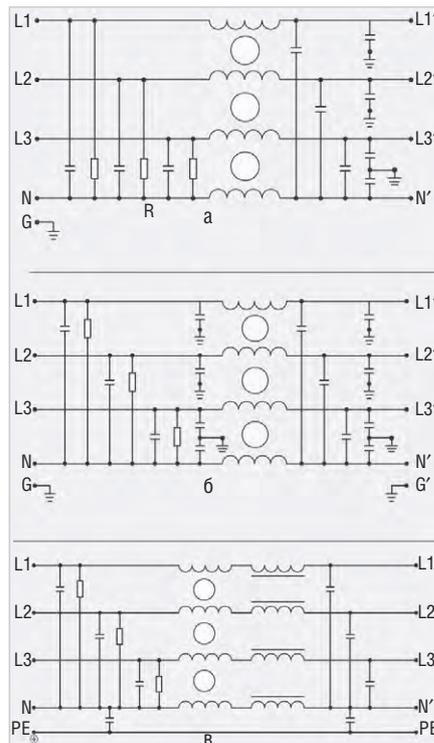


Рис. 2. Принципиальные электрические схемы фильтров ФП-4100: а) с номинальным током до 150 А; б) с номинальным током 200 А; в) с номинальным током свыше 200 А

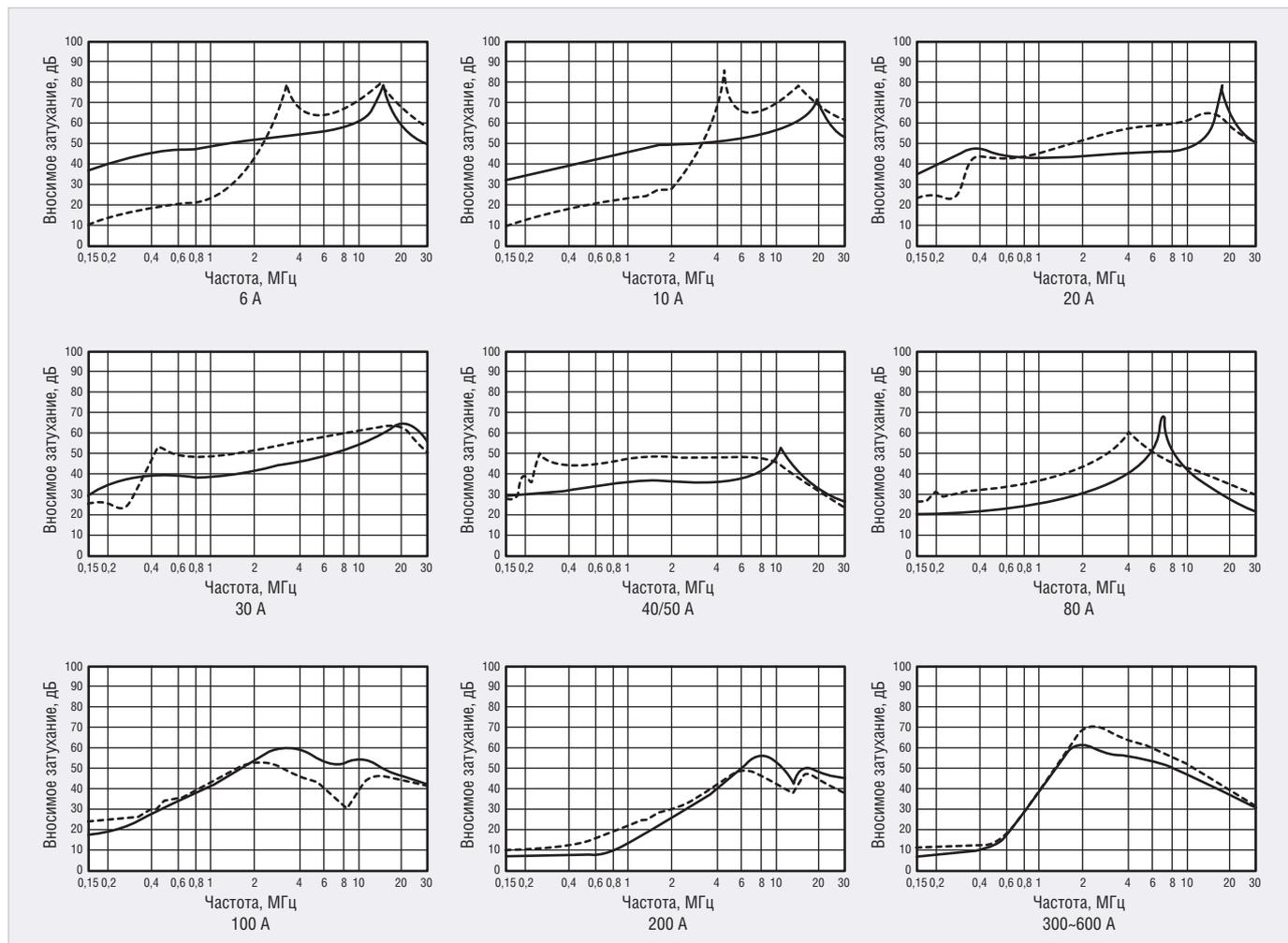


Рис. 3. Зависимость величины вносимого затухания от частоты для фильтров ТЕКО ФП-4100



Рис. 4. Внешний вид фильтров ТЕКО ФП-5300

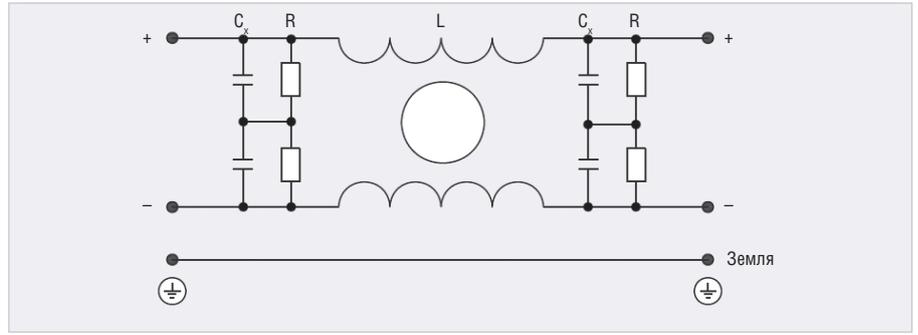


Рис. 5. Принципиальная электрическая схема фильтра ФП-5300

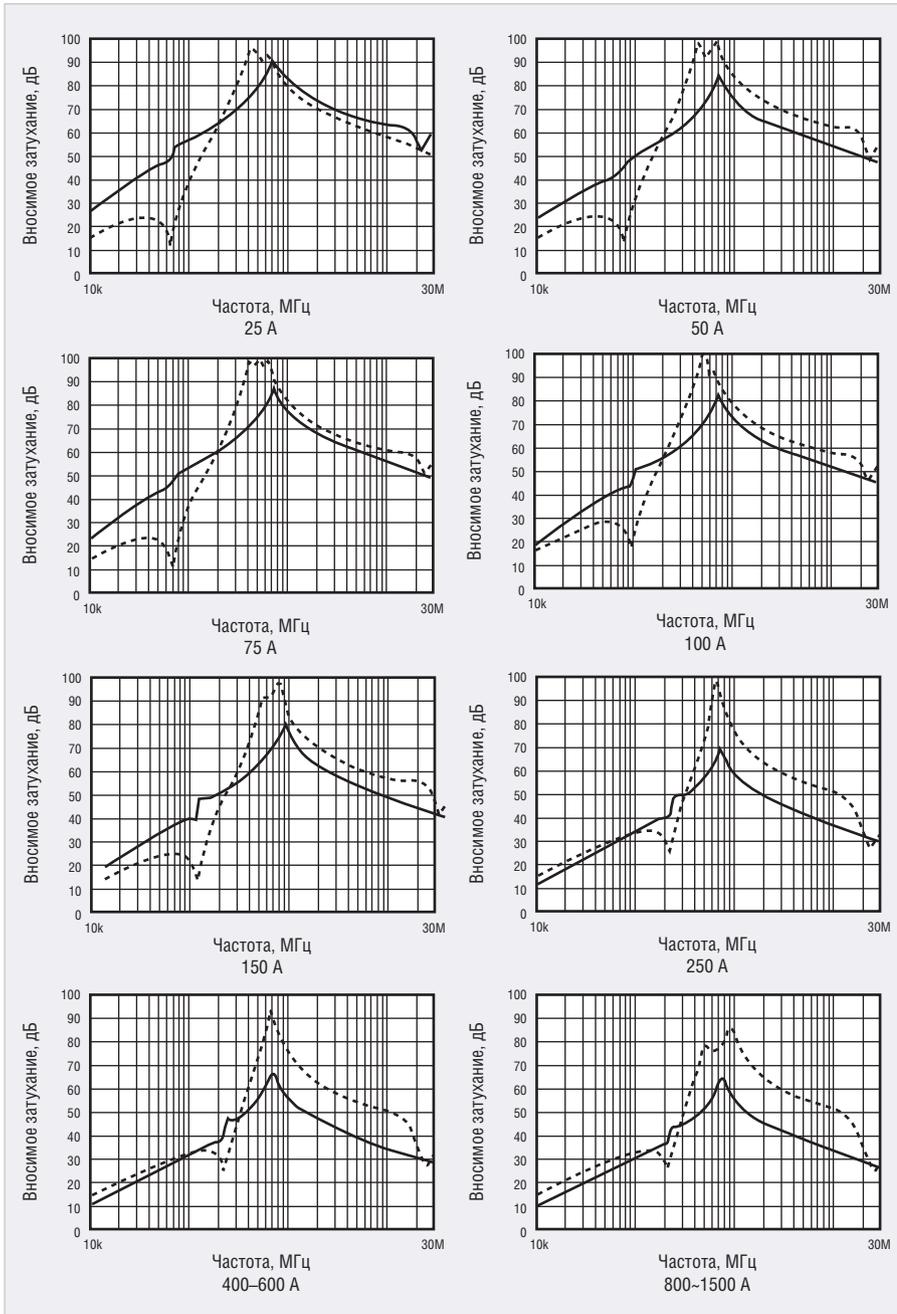


Рис. 6. Зависимость величины вносимого затухания от частоты для фильтров ТЕКО ФП-5300

помещений. Специальная конструкция корпуса (см. рис. 7) обеспечивает герметичный ввод проводов через экран и удобный монтаж. Фильтр гарантирует ослабление помех в частотном диа-

пазоне от 10 кГц до 40 ГГц на уровне не ниже 100 дБ, что соответствует требованиям I класса экранирования по ГОСТ Р 50414-92. Основные технические характеристики ТЕКО ФП-2-250



Рис. 7. Внешний вид фильтра ТЕКО ФП-2-250

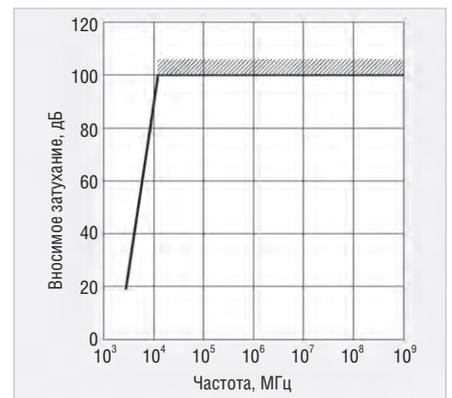


Рис. 8. Зависимость величины вносимого затухания от частоты для фильтра ТЕКО ФП-2-250

сведены в таблице. На рисунке 8 приведена зависимость величины вносимого затухания от частоты.

Рассмотренные в статье типовые модели фильтров ЭМП ТЕКО соответствуют современным требованиям, предъявляемым к приборам данной категории, и рекомендуются к применению в аппаратуре промышленного применения.

### ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 55055-2012. Радиопомехи промышленные. Термины и определения.
2. ГОСТ 13661-92. Совместимость технических средств электромагнитная. Пассивные помехоподавляющие фильтры и элементы. Методы измерения вносимого затухания.
3. MIL-STD-220C. Military standard: method of insertion loss measurement.



# Усовершенствованный мощный тиристорный выключатель переменного тока с гальванической развязкой

Алексей Кузьминов (compmicrosys@mail.ru)

В статье описан выключатель переменного тока мощностью до 3,5 кВт, построенный на базе двух тиристоров T142-80 и электроконтактного термометра. Устройство предназначено для совместной работы с электрообогревателем для поддержания заданной постоянной температуры в помещении. Отличительными особенностями устройства являются гальваническая изоляция контактного термометра от сетевого напряжения и существенно сниженные сетевые и эфирные помехи.

## ВВЕДЕНИЕ

Предлагаемое устройство предназначено для поддержания заданной постоянной температуры в помещении при его обогреве электроприборами (тепловентилятор, тепловая пушка, электрокамин и т.п.) мощностью до 3,5 кВт. Данный выключатель может также использоваться в инкубаторах, поскольку имеет достаточно высокую точность поддержания нужной температуры. Подобное устройство, описанное автором в статье [1], эксплуатировалось более 5 лет, в течение которых было выявлено несколько его слабых мест. В устройстве, описанном в настоящей статье, эти недостатки устранены, и модернизированная версия успешно прошла испытания в реальных критических условиях. Изменению подверглись не столько номиналы использованных электронных компонентов, сколько их тип. Кроме того, существенно изменена конструкция самого устройства.

## ПРИНЦИПАЛЬНАЯ СХЕМА УСТРОЙСТВА

Схему устройства (см. рис. 1) условно можно разбить на два блока: силовая часть (правый пунктирный прямоугольник) и плата управления (левый пунктирный прямоугольник).

В плате управления использован бестрансформаторный источник питания (ИП), состоящий из двух резисторов R1 и R2, двух гасящих конденсаторов C1 и C2, выпрямителя M1 (MB6S) и сглаживающего конденсатора C3. Такой ИП больше походит на источник тока, чем на источник напряжения, поскольку его входной импеданс достаточно высок, т.к. определяется ёмкостным сопротивлением C1 и C2, к которому добавляется сопротивление резисторов R1 и R2. Подтверждением сказанному служит тот факт, что ток через резистор R3, составляющий около 8 мА, практически не изменяется при замыкании контактов клеммника KL2, к которому подключён электроконтактный термометр (КТ). В отличие

от стандартного бестрансформаторного ИП (с одним гасящим конденсатором и резистором), такой ИП обладает ещё одним свойством: он полностью гальванически изолирован от сетевого напряжения двумя конденсаторами C1 и C2. Здесь следует отметить, что подобная гальваническая (ёмкостная) изоляция широко используется в высокоскоростных цифровых изоляторах (например, в ISO7220 производства Texas Instruments). Ещё одной особенностью подобного ИП является величина тока – 8 мА. Это значение находится в пределах диапазона токов так называемого токового интерфейса промышленного стандарта 4–20 мА. Такой интерфейс обладает одним интересным свойством – независимостью тока от сопротивления проводов (в данном случае – от длины проводов, к которым подключается контактный термометр). Это позволяет удалить КТ на значительное расстояние (до 100 м и более), что в некоторых случаях может быть очень полезным. Сопротивление R3 подобрано таким образом, чтобы напряжение на входе оптосимистора DA1 (т.е. на его инфракрасном светодиоде – 1-й и 2-й выводы) было около 2 В при токе 8 мА. Поскольку пороговый ток светодиода, при котором открывается оптосимистор DA1 (MOC3063), составляет 5 мА, тока 8 мА достаточно для надёжного открытия оптосимистора. При замыкании контактов КТ последний шунти-

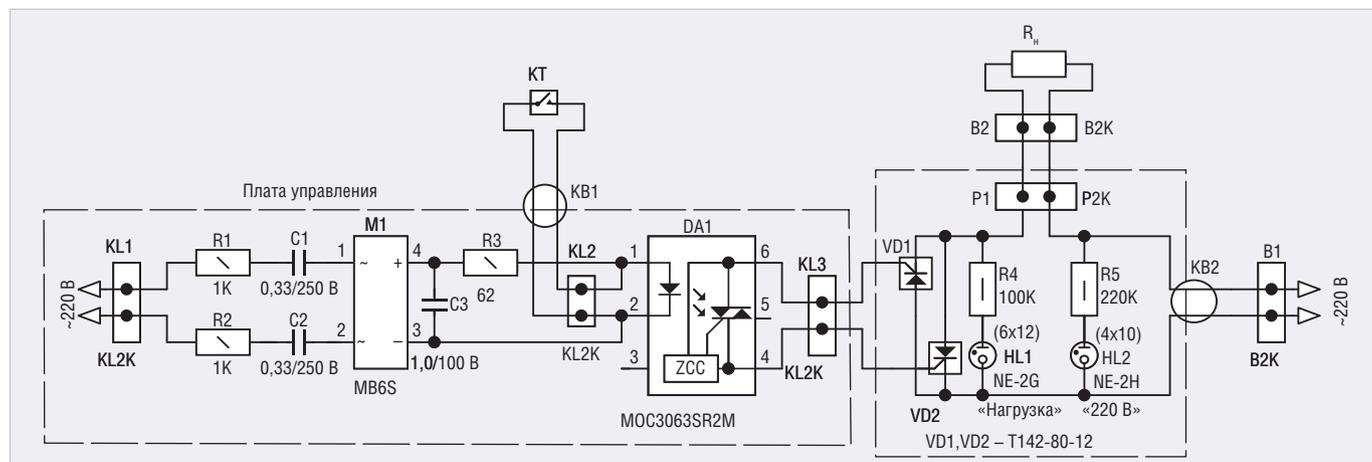


Рис. 1. Принципиальная схема устройства

рует светодиод оптосимистора, отчего он надёжно запирается. Сетевое напряжение ~220 В подаётся на плату с двухконтактного клеммника KL1. Выходной сигнал оптосимистора (4-й и 6-й выводы DA1) поступает на двухконтактный клеммник KL3. Провод, подключаемый к КТ, пропущен через кабельный ввод (KB1), расположенный на задней части корпуса устройства (см. далее).

Силовая часть устройства состоит из двух тиристоров VD1, VD2 (T142-80-12), включённых встречно-параллельно. Ток утечки управляющего электрода (УЭ) одного тиристора составляет около 100 мА, что достаточно для включения другого (с помощью его УЭ). Поэтому при включении оптосимистора DA1 тиристоры включаются, а при выключении – выключаются. При этом никаких дополнительных электронных компонентов, кроме оптосимистора, не требуется. Включение и выключение тиристоров VD1 и VD2 происходит в момент перехода сетевого напряжения через ноль благодаря специальной схеме (Zero Crossing Characteristics – ZCC) оптосимистора DA1. Это существенно снижает высокочастотные помехи, генерируемые тиристорами (как в сеть, так и в эфир) при подключённой нагрузке в моменты включения и выключения. Нагрузка, например печка, подключается к двухконтактной розетке P1 с помощью вилки B2, которые рассчитаны на ток 16 А. Устройство подключается к сетевому напряжению с помощью кабеля, на одном конце которого расположена такая же вилка, а второй конец пропущен через кабельный ввод KB2, расположенный на задней стенке корпуса устройства (см. далее). Для индикации наличия сетевого напряжения в устройстве используется неоновая лампа HL2 (NE-2H) оранжевого цвета свечения со своим токоограничительным резистором R5, а для индикации включённой нагрузки – неоновая лампа HL1 (NE-2G) зелёного цвета свечения с ограничительным резистором R5.

Устройство электроконтактного термометра, определяющего суть работы схемы, достаточно простое. Он имеет два электрода, к которым подключается кабель. Один из электродов соединяется с проводом, расположенным в стеклянной колбе термометра и впаянным в капилляр, по которому поднимается ртуть, и непосредственно контактирующим с ней. Место контакта расположено ниже минимальной отметки шкалы температуры. Второй электрод соединяется с проводом, контактирую-

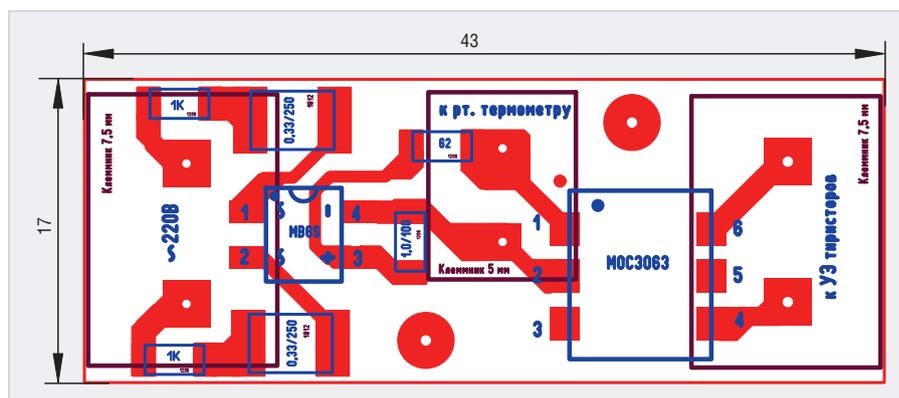


Рис. 2. Разводка платы управления

щим с тонким вольфрамовым волоском, расположенным сверху в том же капилляре. Положение нижней части волоска может регулироваться по высоте ручки с закреплённым на ней магнитом, вращающим стержень с резьбой, по которому перемещается гайка с прикреплённым волоском. Это требуется для того, чтобы исключить непосредственный контакт ручки и стержня, поскольку последний также укреплен в основной герметично запаянной колбе контактного термометра, заполненной водородом под давлением. Регулируя положение волоска по высоте, можно выставить нужную температуру включения/выключения нагрузки. При повышении температуры ртуть поднимается, и при контакте с волоском цепь замыкается, в противном случае – размыкается. Максимальный ток через КТ составляет 30–50 мА, что заведомо выше, чем ток 8 мА, при котором включается оптосимистор. При замыкании контактов КТ его низкое сопротивление шунтирует светодиод оптрона, т.к. весь ток проходит через КТ, отчего светодиод гаснет и оптосимистор выключается. В противном случае он включается. Как видно из схемы (см. рис. 1), бестрансформаторный источник питания постоянно находится под нагрузкой (это либо R3 при замкнутых контактах КТ, либо R3 и сопротивление светодиода оптрона при разомкнутых контактах КТ), что является одним из строгих условий работы такого ИП, поскольку при работе без нагрузки напряжение на конденсаторе C3 возрастёт почти до выпрямленного сетевого напряжения, т.е. до 310 В, и C3 мгновенно выйдет из строя.

Номиналы резисторов и конденсаторов в плате управления те же, что и в [1], однако вместо навесных компонентов использованы компоненты для поверхностного монтажа. Максимальное напряжение, на которое рассчитан конденсатор C3, увеличено до 100 В. В отличие от

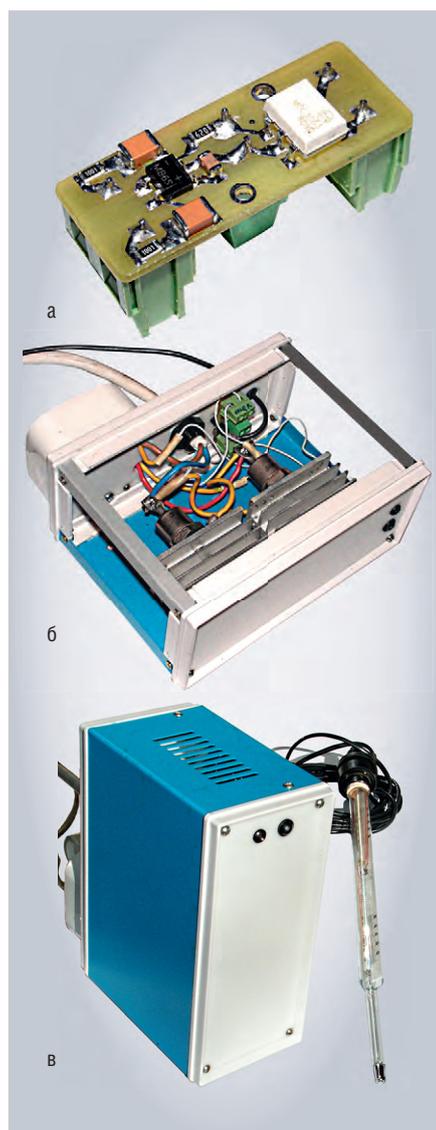
макетной платы и навесного монтажа, применённых в [1], новая версия выключателя выполнена на печатной плате.

## Разводка платы и конструкция устройства

Из разводки печатной платы, сделанной с помощью программы Sprint Layout 6.0 (см. рис. 2), видно, что все элементы, кроме клеммников, расположены с одной стороны. Файл разводки в формате \*.laub приведён в дополнительных материалах к статье на сайте журнала [www.soel.ru](http://www.soel.ru). Методика изготовления подобных плат подробно описана в [2]. Размер платы управления составляет 43×17 мм.

После того как плата (см. рис. 3а) изготовлена и промыта в ацетоне или изопропиловом спирте, она со стороны дорожек покрывается тремя слоями нитролака (мебельный или цапонлак). Дело в том, что при температуре от –2°С до +5°С иногда наблюдались сбои в работе, что объясняется конденсацией влаги. Как показала эксплуатация в течение года, усовершенствованная конструкция устойчиво работает при температуре от –30°С до +18°С и выше. На плате установлены двухконтактные клеммники с расстояниями между контактами 7,5 (XY128VB-2P-7.5) и 5 мм (KLS2-128I-5.00-02P).

Устройство размещено в металлическом корпусе размером 170×130×80 мм (см. рис. 3б). В качестве радиаторов для тиристоров использованы недорогие промышленные охладители О-121 размером 60×40×36 мм, имеющие три отверстия с резьбой М6. Центральное отверстие было рассверлено до диаметра 8,5 мм, и в нём была нарезана резьба М10 под винт (анод) тиристора. Перед тем как тиристор был вкручен в радиатор, на его винт были надеты О-образная клемма с припаянным к ней проводом и стопорная шайба. Каждый из радиаторов прикручен к текстолитовой пластине толщиной 4 мм



**Рис. 3. Внешний вид устройства и его элементов:** а) плата управления (вид со стороны дорожек); б) устройство в корпусе со снятой крышкой; в) общий вид устройства в сборе

двумя винтами М4 с потайной головкой. Для снижения теплового контакта между пластиной и радиаторами между ними (на винты) установлены паронитовые теплоизолирующие шайбы. Расстояние между радиаторами – 10 мм. Сама пластина прикручена шестью винтами М2,5 с потайной головкой к внутренней части пластмассовой рамки корпуса. К внешней части рамки прикручена лицевая пластина, на которой укреплены неоновые лампы в специальных оправках. На задней части корпуса на пластмассовой пластине расположены силовая розетка (с внешней стороны), два кабельных ввода (для силового провода и для провода к КТ), а также плата управления, которая прикручена двумя винтами М2 к пластине с внутренней стороны через пластмассовые стойки. Сама пластина прикручена к внешней части пластмассовой рамки корпуса.

Для силовых цепей использован провод сечением 4 мм<sup>2</sup>, для слаботочных – провод МС 16-11 0,1 сечением 0,1 мм<sup>2</sup>, имеющий фторопластовую изоляцию с внешним диаметром 1,1 мм. Можно использовать провод МГТФ-0,1, на который желательно надеть ещё одну изолирующую трубку из ПВХ. В качестве силового использован сетевой провод ПВС 2×4 сечением каждой жилы 4 мм<sup>2</sup>, а в качестве провода для КТ – сетевой провод ШВП-М 2×0,20 сечением каждой жилы 0,2 мм<sup>2</sup> (или ШВП-М 2×0,35).

Здесь следует отметить один существенный момент, значительно повышающий надёжность работы устройства. В прежней конструкции [1] для фиксации (в том числе) кабелей и для распределения сигналов внутри устройства использовался 7-контактный двусторонний клеммник, к которому были припаяны провода кабелей и от которого отходили необходимые провода на элементы устройства. В настоящей конструкции этот клеммник исключён, а кабели жёстко зафиксированы кабельными вводами. Один конец силового провода кабеля непосредственно вставлен в достаточно широкое отверстие электрода катода одного из тиристоров (синий на рисунке 3б), куда вставлен и провод от анода второго тиристора. Эти провода припаяны к катоду первого тиристора. Второй конец провода силового кабеля непосредственно прикручен к одному из контактов силовой розетки (коричневый на рисунке 3б). Такая конструкция существенно упростила разводку проводов внутри устройства и повысила надёжность его работы.

На верхней и нижней поверхностях крышки корпуса имеются вентиляционные отверстия (см. рис. 3в). К нижней части корпуса прикручены четыре ножки высотой около 10 мм. Это требуется для доступа воздуха к нижним вентиляционным отверстиям.

Вместо тиристора Т-142-80 можно использовать современный тиристор 70TPS12 (максимальный ток 70 А) в корпусе ТО-247 (Super-247). Однако, во-первых, его тепловое сопротивление составляет 0,27°С/Вт против 0,2°С/Вт у Т-142-80, т.е. при выделении тепла мощностью в 1 Вт 70TPS12 нагреется на 0,27°С, в то время как Т-142-80 нагреется только на 0,2°С, в связи с чем для 70TPS12 понадобится радиатор большей площади. Во-вторых, выводы корпуса ТО-247 значительно тоньше достаточно габаритных и жёстких электродов Т-142-80, и при соединении с проводом сечением 4 мм<sup>2</sup> могут сломаться. В настоящее время стоимость ново-

го тиристора Т-142-80 составляет 750–1000 руб., при этом данные тиристоры производятся нашей промышленностью уже более 30 лет и приборы, изготовленные в 80–90-х годах, значительно дешевле и ничем не хуже современных.

Несколько слов об электроконтактных термометрах. Они обладают тремя существенными преимуществами перед современными электронными датчиками температуры. Во-первых, они обеспечивают значительно большую точность и стабильность показаний благодаря простоте физического принципа измерения температуры. Во-вторых, электроконтактным термометрам не требуется питания, что определяет простоту схем, в которых они используются. В-третьих, они позволяют достаточно просто выставлять необходимую температуру и определять её визуально, в результате чего отпадает потребность в дисплеях и микроконтроллерах. Недостатком термометров данного типа является только их достаточно габаритный и хрупкий стеклянный корпус. Их следует размещать в помещении в безопасном месте или закрывать защитным корпусом. Стоимость современных КТ составляет 1000–1500 руб., однако эти устройства также производятся уже в течение очень длительного времени (с середины прошлого века) и сейчас их можно приобрести «с хранения» за цену, на порядок меньшую.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведённый в статье бесконтактный принцип коммутации относительно большой мощности с помощью тиристоров может составить существенную конкуренцию другим решениям (например, с использованием реле или с помощью биметаллических пластин) как по надёжности и генерации в сеть и эфир электрических помех в моменты включения/выключения, так и по стоимости. Применённый в устройстве ИП позволяет подключать к устройству контактный термометр на значительном удалении (до 100 м) и, кроме того, значительно повышает безопасность работы всего устройства.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьминов А. Мощный тиристорный выключатель переменного тока с гальванической развязкой. Современная электроника. 2014. № 1. С. 46–51.
2. Кузьминов А. Технология изготовления печатных плат с высоким разрешением в любительских условиях. Радио. 2017. № 10. С. 24–28.



# НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ



- + Выходная мощность от 1,7 до 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



# Векторное управление с библиотекой MC SDK от STMicroelectronics

Валентин Юрзин (yuvalmid@rambler.ru)

В статье рассматривается реализация векторного управления с помощью комплекта разработки STM32 MC SDK программного обеспечения управления синхронным двигателем MotorControl Workbench 5.3.3 компании STMicroelectronics. Особое внимание уделяется поле-ориентированному управлению и его важнейшему компоненту – наблюдателю, цифровому вычислителю координат вращения тока статора.

## КРАТКИЙ ОБЗОР STM32 MC SDK

Микроконтроллеры STM32 обеспечивают высокую производительность для стандартных ядер ARM Cortex M, что позволяет использовать их в управлении приводами трёхфазного напряжения, работающими в режимах векторного (VC) или поле-ориентированного управления (FOC) [1].

Комплект разработки программного обеспечения (SDK) для управления двигателем включает в себя:

- библиотеку программ ST MC FOC для управления синхронным двигателем с постоянными магнитами в роторе;
- среду разработки (IDE) с графическим интерфейсом MotorControl Workbench;
- ST Motor Profiler (MP) – инструмент определения параметров двигателя,

для, подключённого к типовой плате STM32.

Данный комплект позволяет сократить время проектирования и трудозатраты при создании приложений для управления двигателем. Через графический интерфейс комплекта разработки пользователь может генерировать все файлы, необходимые для приложения, а также отслеживать и корректировать некоторые переменные. В библиотеке реализована поддержка интерфейса UART, который позволяет удобно настраивать систему управления двигателем. Проект может быть выполнен в нескольких популярных IDE:

- IAR Embedded Workbench® для ARM® версии 7.80.4 или выше;
- Keil® MDK версии 5.24.2 или выше;
- TrueSTUDIO for STM32.

Для установки и настройки программного обеспечения следует обратиться к руководству пользователя [2]. На момент написания статьи доступна последняя версия MotorControl Workbench 5.3.3.

Библиотека ST MC FOC позволяет организовать поле-ориентированное управление трёхфазного двигателя с постоянными магнитами в роторе PMSM, SM-PMSM (ротор расположен поверх статора) и I-PMSM (ротор расположен внутри статора). Библиотека STM32 FOC PMSM SDK построена на принципах объектно-ориентированного программирования (ООП), которые обеспечивают создание объектов, классов на языке C и задач управления двигателем.

Благодаря использованию ООП улучшаются переносимость и эффективность кода, возможность доступа к определённым аппаратным адресам, снижаются требования к системным ресурсам. Язык программирования C широко используется во встроенных системных приложениях, но, в отличие от более сложных языков, таких как C++ и Java, не является объектно-ориентированным языком программирования. В связи с этим компанией STMicroelectronics принципы ООП для языка C были реализованы в библиотеке STM32 PMSM FOC FW [3].

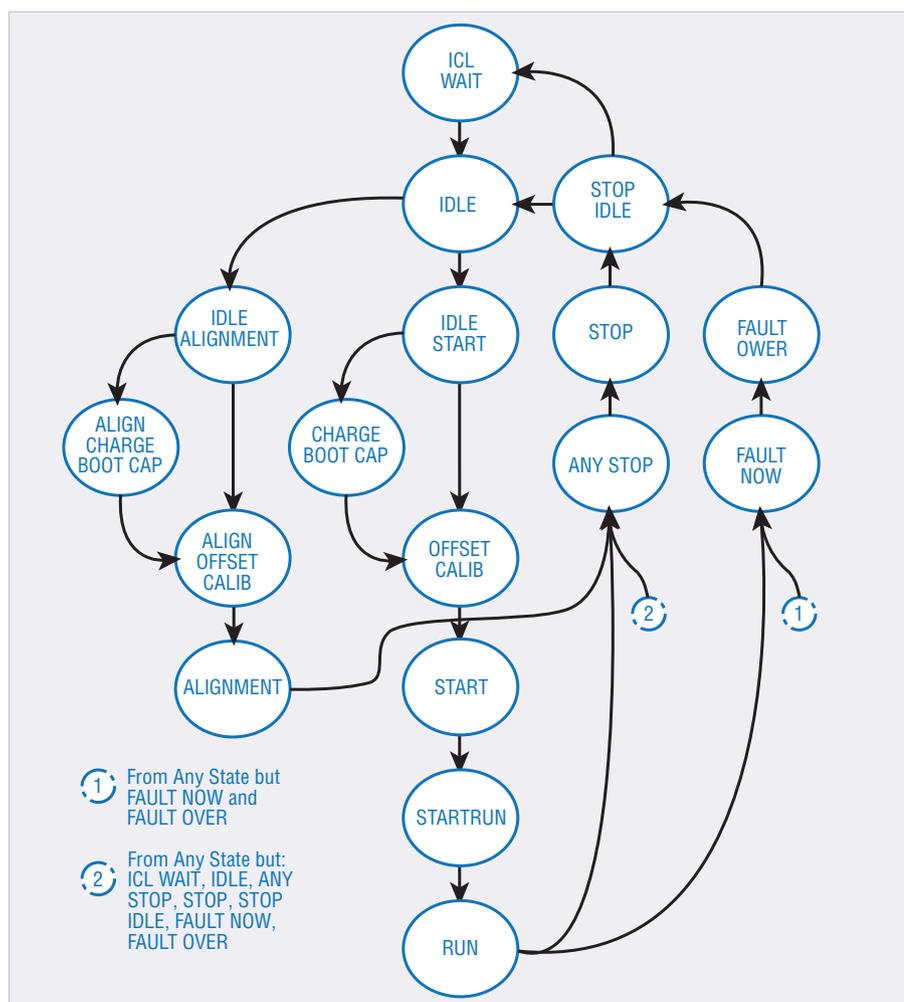


Рис. 1. Автомат управления двигателем

## УПРАВЛЕНИЕ СОСТОЯНИЕМ ДВИГАТЕЛЯ

Подсистема микропрограммы MC поддерживает автомат управления для каждого из двух двигателей [4]. На рисунке 1 приведена структурная схема автомата управления двигателем. В синих кружках показаны состояния, стрелками – возможные переходы между ними. Некоторые API, вызываемые из приложения, приводят к изменению состояния:

- MC\_StartMotor1(), MC\_StartMotor2(): запуск двигателя – переключение с IDLE в IDLE\_START;
- MC\_StopMotor1(), MC\_StopMotor2(): остановка двигателя – переключение в ANY\_STOP;
- AcknowledgeFaultMotor1(), AcknowledgeFaultMotor2(): подтверждение ошибки и готовность двигателя к запуску – переключение в STOP\_IDLE.

Управление двигателями и изменение их состояний осуществляется с помощью функций TSK\_MediumFrequencyTaskM1() и TSK\_MediumFrequencyTaskM2(). В таблице представлены описания состояний автомата.

## API управления двигателями

API управления двигателем является основным интерфейсом в библиотеке управления двумя двигателями с помощью одного STM32 MCU. API предлагает один набор функций для каждого из двигателей. В функции определён дескриптор, указывающий на номер двигателя, которому она предназначена.

Основными задачами API являются запуск, остановка и контроль вращения двигателей. Контроль вращения двигателя достигается путём программирования тока, крутящего момента или задания скорости с помощью пропорционально-интегральных регуляторов (ПИД-регуляторов) подсистемы управления двигателем. Эти параметры должны быть установлены до запуска двигателя. Значения крутящего момента или скорости программируются как линейные изменения от текущих до заданных показателей. Запрограммированное задание или линейное изменение выполняется сразу, если двигатель вращается и находится в устойчивом состоянии (машина находится в состоянии RUN). В противном случае команда буферизуется до тех пор, пока автомат двигателя не перейдёт в состояние RUN. Одновременно может быть запрограммирован только один темп, т.е. последний темп заменяет пре-

## Состояния автомата управления двигателем

Состояние	Описание
ICL_WAIT	Ожидание ограничителя пускового тока
IDLE	Двигатель не вращается, но готов к запуску или выравниванию энкодера
IDLE ALIGNMENT	Переходное состояние после команды выравнивания
ALIGN CHARGE BOOT CAP	Зарядка запускающих конденсаторов инвертора перед калибровкой
ALIGN OFFSET CALIB	Калибровка смещения токов перед выравниванием энкодера
ALIGNMENT	Энкодер правильно выровнен
IDLE START	Проходное состояние после команды старта двигателя
CHARGE BOOT CAP	Зарядка запускающих конденсаторов инвертора
OFFSET CALIB	Калибровка смещения токов
START	Состояние начала процедуры запуска
START RUN	Переходное состояние перед запуском двигателя
RUN	Работа двигателя
ANY STOP	Переходное состояние перед остановкой двигателя
STOP	Переходное состояние после остановки двигателя
STOP IDLE	Переходное состояние между STOP и IDLE
FAULT NOW	Состояние ошибки, переход к состоянию FAULT OVER
FAULT OVER	Состояние ошибки, ожидание подтверждения пользователем или сброс ошибки и переход к STOP IDLE

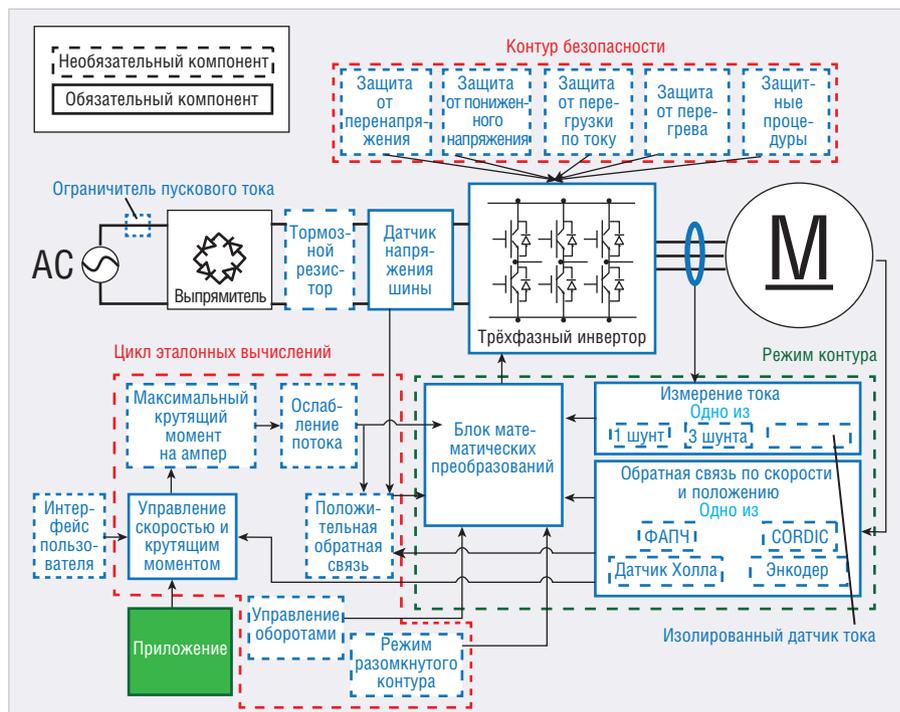


Рис. 2. Подсистема управления двигателем

дующий. Предпочтительным методом для привода двигателей является метод управления скоростью или крутящим моментом. Контроль крутящего момента является режимом управления по умолчанию. Также в API есть функции для получения значений различных параметров и переменных состояния подсистемы MC. Дескрипторы, через которые можно получить доступ к параметрам MC, определены в файлах *mc\_config.c* и *mc\_config.h*.

## ПОДСИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ

Подсистема управления двигателем – это библиотека микропрограмм, которая создаётся в результате конфигурации и генерирования проекта в MotorControl Workbench 5.3.3. Затем пользователи создают свой собствен-

ный код с помощью функций интерфейса API. Подсистема программного обеспечения управления двигателем показана на рисунке 2. На схеме представлены основные и дополнительные функциональные блоки, а также отражено их взаимодействие. Выделяются три основных функциональных блока.

Блок цикла FOC является ядром алгоритма FOC. Его цель – рассчитать фазные напряжения и получить рабочие циклы широтно-импульсной модуляции (ШИМ) для управления транзисторами инвертора. Блок выполняет все математические преобразования, необходимые для перехода от измеренных фазных токов  $I_a, I_b, I_c$  к токам  $I_q, I_d$  и затем обратно – от напряжения  $U_q, U_d$  к созданию рабочих циклов ШИМ. Значения  $I_q, I_d$  сопоставлены со значения-

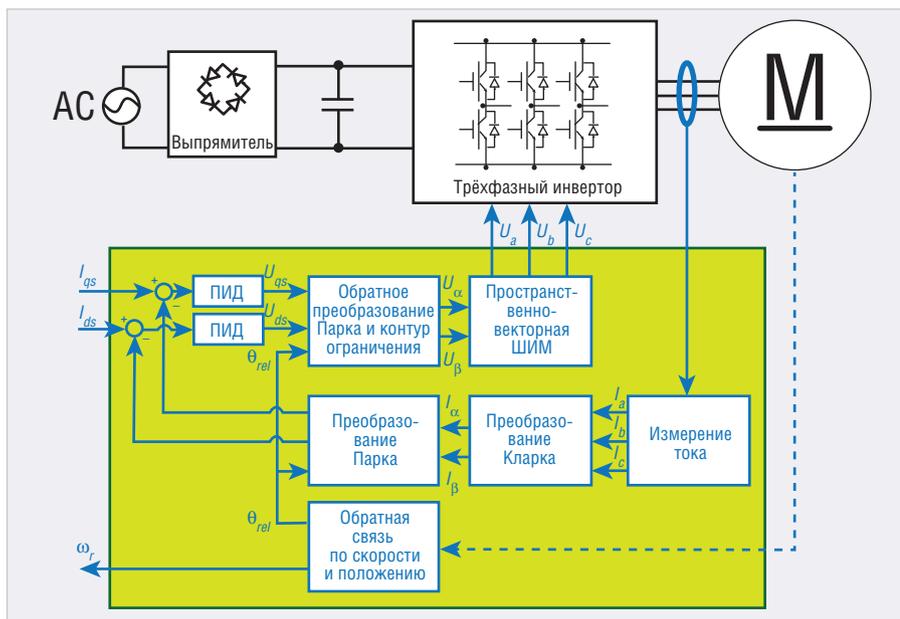


Рис. 3. Базовая структура алгоритма FOC

ми  $U_q^*$ ,  $U_d^*$  с помощью ПИД-регуляторов, преобразуются в  $U_a^*$ ,  $U_b^*$ .

Цикл FOC реализован в функции `TSK_HighFrequencyTask()`, которая выполняется на частоте ШИМ (один раз в каждый период ШИМ). Частота ШИМ является самой высокой частотой в подсистеме управления двигателем. Функция вызывается в обработчике прерывания, которое возникает, когда периферийные АЦП используются для захвата значения тока фазы. Основной задачей этой функции является вычисление рабочих циклов ШИМ, которые должны быть запрограммированы в каналах таймера TM1. Следовательно, время работы этой функции ограничено, т.к. она должна завершиться до следующего события обновления таймера, когда будут создаваться новые рабочие циклы ШИМ, – в противном случае вычисления приводят к ошибке алгоритма FOC.

Блок цикла эталонных вычислений отвечает за вычисление значений  $I_q^*$ ,  $I_d^*$  на основе команд, поступающих из приложения, которое посылает заданные значения скорости, крутящего момента или постепенного нарастания скорости до заданного значения. Цикл вычисления сначала преобразует задание приложения в исходные значения  $I_q^*$ ,  $I_d^*$ , которые затем могут пропускаться через один или несколько алгоритмов оптимизации привода двигателя: оптимизация максимального крутящего момента на ампер (МТРА) или ослабление потока. Затем результирующие значения  $I_q^*$ ,  $I_d^*$  используются в цикле FOC. Этот процесс выполняется, когда подсистема управления двигателем

работает в режиме замкнутого контура (статус RUN).

В зависимости от выбранной скорости и состояния привода может потребоваться фаза настройки, которая продолжается до тех пор, пока оценка программой положения ротора не станет надёжной. Кроме того, в некоторых случаях может потребоваться, чтобы управление двигателем оставалось в разомкнутом контуре, например в процессе разгона. Этот случай обрабатывается компонентом Open Loop Control, который выполняется вместо нормального процесса регулирования FOC.

Циклы управления реализуются в двух функциях, по одной на мотор: `TSK_MediumFrequencyTaskM1()`, `TSK_MediumFrequencyTaskM2()` для двигателей 1 и 2 соответственно. Эти функции должны вызываться периодически с частотой, как правило, ниже, чем `TSK_HighFrequencyTask()`. В подсистеме управления MC функции вызываются по прерыванию `SysTick`.

Последний набор функциональных блоков – это контур безопасности. Все действия в данном цикле направлены на реагирование на события, которые могут поставить под угрозу аппаратную часть системы: перенапряжение или понижение напряжения, перегрев, перегрузка. Для защиты от перегрузки по току микропрограмма STM32 MC использует аппаратные механизмы, реализованные в микроконтроллерах STM32, такие как вход `Timer Break` – аппаратный вход для отключения таймера TM1. Эти механизмы ускоряют реакцию системы на сложившуюся

ситуацию. Цикл безопасности выполняется с той же скоростью, что и цикл эталонных вычислений, со средней скоростью по прерыванию `SysTick`.

Цикл безопасности реализован в функции `TSK_SafetyTask()`, которая вызывается из `TSK_SafetyTask_PWMOFF()`, `TSK_SafetyTask_RBRK()` или `TSK_SafetyTask_LSON()`, в зависимости от выбранного метода защиты по перенапряжению.

## УПРАВЛЕНИЕ С ОРИЕНТАЦИЕЙ ПО ПОлю FOC

Библиотека программного обеспечения PMSM FOC предлагает производительный алгоритм FOC для управления синхронным двигателем. При таком подходе можно создавать электромагнитный момент регулирования и, в некоторой степени, ослаблять поле, контролируя два компонента тока, которые являются математическим преобразованием токов статора. Это напоминает управление двигателем постоянного тока, где ток якоря взаимодействует с токами полюсов возбуждения двигателя, позволяя хорошо управлять скоростью и моментом.

Таким образом, можно сказать, что принцип FOC состоит в управлении и ориентации по фазе тока статора, который взаимодействует с потоком ротора. Из этого определения становится ясно, что необходимы средства измерения токов статора и угла ротора.

На рисунке 3 представлена базовая структура алгоритма FOC управления скоростью или крутящим моментом. Значения  $I_{qs}^*$  и  $I_{ds}^*$  – идентификаторы значений электромагнитного момента и тока. Алгоритм состоит из следующих блоков:

- блок пространственно-векторной ШИМ (SVPWM) реализует усовершенствованный способ модуляции, который уменьшает гармоники тока и оптимизирует эксплуатацию шины постоянного тока;
- блок измерения тока (Current Reading) позволяет системе корректно рассчитывать ток статора, используя резисторы шунта, датчики Холла или изолированные датчики тока;
- блок обратной связи по скорости и положению ротора (Rotor Speed & Position Feedback) позволяет системе обрабатывать датчик Холла или инкрементные сигналы энкодера для распознавания углового перемещения ротора;
- блоки ПИД-регуляторов осуществляют вычисления обратной связи (регулирование тока);

• блоки Clarke, Park, Reverse Park и Circle реализуют математические преобразования, требуемые для FOC. Библиотека встроенного программного обеспечения MC оптимизирована для машин SM-PMSM и I-PMSM. Регулируя токи двигателя через их компоненты  $I_{qs}$  и  $I_{ds}$  FOC управляет крутящим моментом и током.

### БЕССЕНСОРНЫЙ АЛГОРИТМ НАБЛЮДАТЕЛЯ CORDIC

Измерения положения и скорости ротора играют решающую роль в FOC-управлении. Бессенсорные алгоритмы определения положения и скорости находят широкое применение по причине их невысокой стоимости. Библиотека микропрограмм MC предлагает эффективное решение для обнаружения положения без датчика обратной связи по положению (например, энкодера), которое основано на теории наблюдателя состояния. В библиотеке реализован алгоритм, применимый к синхронным двигателям SM-PMSM и I-PMSM [5].

Наблюдатель состояния в теории управления представляет собой систему, которая обеспечивает оценку внутреннего состояния системы с учётом её входных и выходных параметров. В данном случае внутренними состояниями двигателя являются обратные ЭДС и фазные токи. Наблюдаемые состояния анализируются на предмет соответствия реальной системе через фазу тока, а результат измерений используется для настройки модели через вектор усиления ( $K_1, K_2$ ). Обратные ЭДС двигателя определяются следующим образом:

$$\begin{aligned} e_\alpha &= \Phi_m \rho \omega_r \times \cos(\rho \omega_r \times t), \\ e_\beta &= -\Phi_m \rho \omega_r \times \sin(\rho \omega_r \times t). \end{aligned}$$

Как видно, они содержат информацию об угле ротора. Обратная ЭДС передаётся в блок, который восстанавливает электрический угол и скорость вращения ротора. Данный блок может быть системой фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) или цифровым вычислителем координат вращения (CORDIC), в зависимости от выбора пользователя. Кроме того, модуль обрабатывает выходные данные и тем самым реализует функцию безопасности, которая обнаруживает состояние заблокированного ротора или его неисправность.

На рисунке 4 показана общая блок-схема захвата полезного сигнала во время работы двигателя с FOC-управлением. На рисунке 5 жёлтым и красным цветом показаны синусоиды обратных ЭДС  $e_\alpha$  и  $e_\beta$ . Осциллограмма

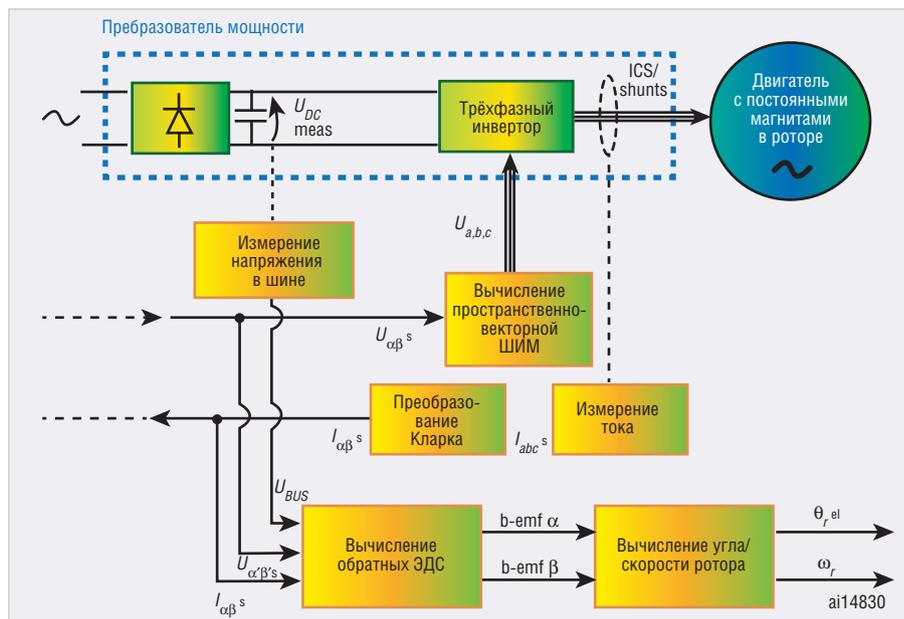


Рис. 4. Общая блок-схема алгоритма без датчика

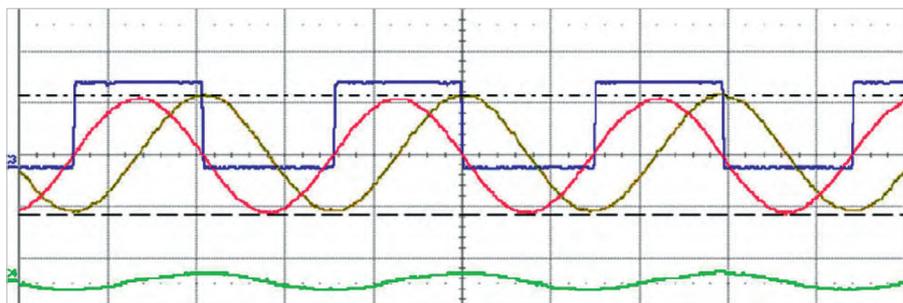


Рис. 5. Обратные ЭДС, которые обнаруживает алгоритм наблюдателя без датчика

синего цвета – сигнал от датчика Холла. Зелёная синусоида – измеренный ток.

Важными для расчёта значений модели двигателя являются следующие его параметры: сопротивление обмотки  $R_s$ , индуктивность обмотки  $L_s$ , время выборки алгоритма без датчика  $T$ , которое совпадает с выборкой FOC и токов статора, и число пар полюсов, влияющее на конечную скорость двигателя. Собственные значения модели могут быть рассчитаны как:

$$\begin{aligned} e_1 &= 1 - (R_s \times T / L_s), \\ e_2 &= 1. \end{aligned}$$

Собственные значения наблюдателя:

$$\begin{aligned} e_{1obs} &= e_1 / f, \\ e_{2obs} &= e_2 / f. \end{aligned}$$

Как правило,  $f=4$ . Начальные значения  $K_1$  и  $K_2$  могут быть рассчитаны как:

$$\begin{aligned} K_1 &= (e_{1obs} + e_{2obs} - 2/T) - R_s / L_s, \\ K_2 &= (L_s \times (1 - e_{1obs} - e_{2obs} + e_{1obs} \times e_{2obs})) / T^2. \end{aligned}$$

За правильность расчёта отвечает графический интерфейс ST MC. Эти значения можно также изменить после генерации проекта в файле *drive\_parameters.b*. Классы, которые реализованы в алгоритме без датчиков, находятся в библиотеке как скомпилированные объектные файлы (файлы с

расширением \*.lib). Их содержимое невозможно посмотреть или изменить.

На низких оборотах, от 0 до 250 об./мин (0–8 Гц для двигателей с номинальной частотой 50 Гц), величины обратных ЭДС  $e_\alpha$  и  $e_\beta$  недостаточны для захвата наблюдателем и, соответственно, для определения положения ротора. Поэтому необходимо разогнать двигатель, используя виртуальный сенсор (VIRTUAL) в системе управления, до скорости более 250 об./мин, когда генерация обратных ЭДС становится достаточной для определения положения ротора. В функциях автомата управления двигателем отслеживается надёжность работы наблюдателя, и, как только расчётные данные скорости становятся стабильными, происходит переключение с виртуального сенсора (режим разомкнутого контура регулирования) на CORDIC (режим замкнутого контура регулирования), а состояние автомата изменяется на START\_RUN (проходное состояние) и последующее RUN (стойкое состояние – двигатель запущен).

Проиллюстрируем работу сенсоров Virtual и CORDIC с помощью осцилло-

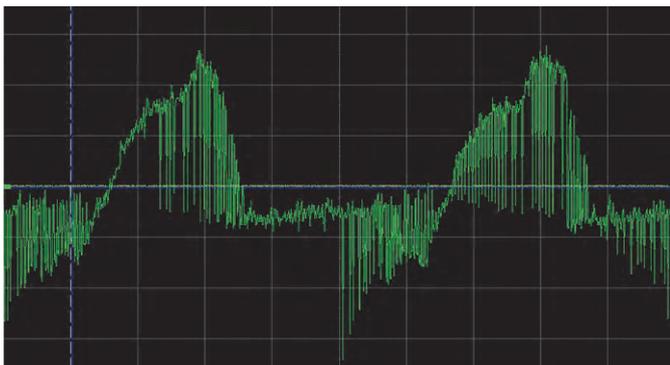


Рис. 6. Выход датчика тока фазы В (нагрузка – синхронный двигатель)

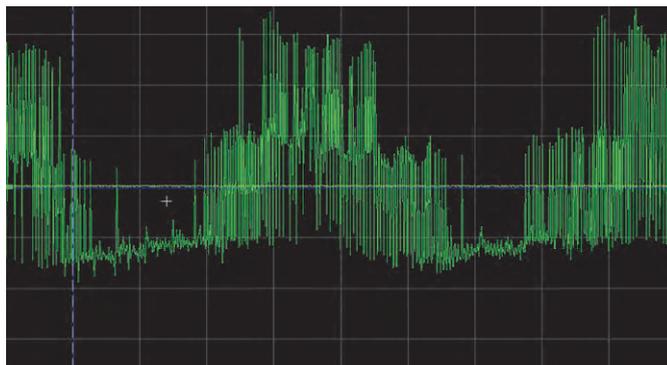


Рис. 7. Выход датчика тока фазы В (нагрузка – резисторы)

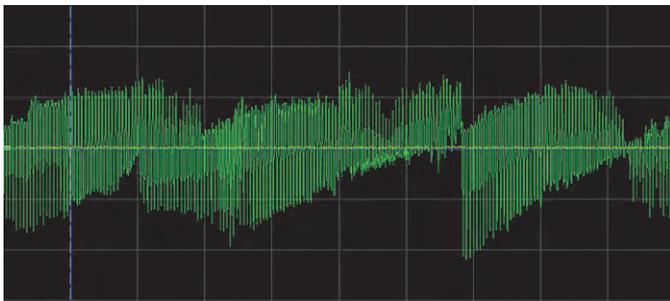


Рис. 8. Выход датчика тока фаз ABC (управление – Virtual-сенсор)

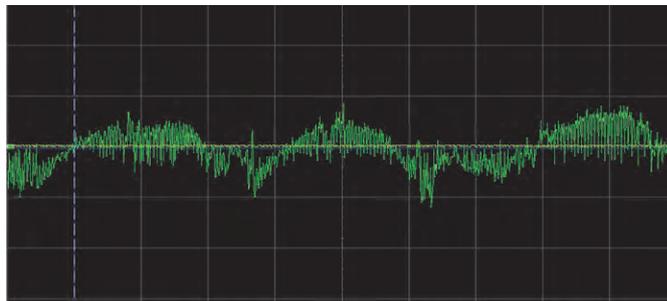


Рис. 9. Выход датчика тока фаз ABC (управление – CORDIC-сенсор)

грамм. Вид формы тока с датчика тока при нагрузке инвертора на резисторы и синхронный двигатель показан на рисунках 6 и 7. На рисунке 6 представлена осциллограмма фазы В датчика тока платы инвертора. Выход датчика тока не подключён к плате управления, т.е. регулирование от обратной связи по току отсутствует. Данный способ включения является экспериментальным и кратковременным, т.к. при отсутствии обратной связи по току возникают максимальное напряжение на выходе инвертора и максимальный момент. Программа опрашивает сенсор Virtual. Частота ШИМ-модуляции составляет 16 000 Гц. Нагрузкой инвертора является синхронный двигатель, который вращается со скоростью 300 об./мин. На осциллограмме наблюдаются значения ЭДС  $e_a$  и  $e_b$ , необходимые для захвата наблюдателями типа CORDIC или PLL.

На рисунке 7 показана осциллограмма фазы В с такими же параметрами управления, но нагрузкой в данном случае являются резисторы. В составляющей тока видна только ШИМ-модуляция. Наблюдатель не может захватить обратные ЭДС при данной нагрузке в инверторе.

Теперь подключим выход датчика тока инвертора ко входу платы управления. В программе управления двигателем в качестве сенсора управления установлен виртуальный датчик.

Нагрузкой инвертора является синхронный двигатель, который вращается со скоростью 300 об./мин. На рисунке 8 показана осциллограмма датчика тока фаз ABC (конфигурация с одним шунтом) при управлении от виртуального датчика.

При таких же параметрах нагрузки изменим в программе управления двигателем сенсор управления на CORDIC – соответствующая осциллограмма представлена на рисунке 9.

В файлах проекта, генерируемых MotorControl Workbench 5.3.3, есть возможность добавлять пользовательский код. Для этого необходимо разместить свой фрагмент кода в окружении специальных комментариев:

```
/* USER CODE BEGIN XXX */
Код пользователя...
/* USER CODE END XXX */
```

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Библиотека STM MC обеспечивает эффективное управление скоростью и крутящим моментом. Замечательным свойством библиотеки является алгоритм измерения тока наблюдателем на одном шунте. При очень зашумлённом выходе трёх фаз ABC на один шунт датчика тока происходит уверенный захват полезного сигнала. Управление полем от наблюдателя CORDIC вызывает автоматическую коррекцию ШИМ фаз ABC и исключает потери энергии, но это происходит только при благоприятных условиях

во время работы наблюдателей. При работе двигателя в реальных условиях возникают различные ситуации, когда, например, резко изменяется нагрузка, происходят скачки, провалы питающего напряжения, что вызывает сбой в работе наблюдателя и остановку привода в данной реализации. Алгоритмы обхода таких ситуаций в библиотеке не предусмотрены – более того, если программно разрешить работу во время сбоя захвата сигнала наблюдателем, то результат управления может быть непредсказуемым. Именно такие задачи по созданию мягких переходов от работы по управлению полем в неблагоприятных условиях к управлению виртуальным сенсором и обратно, когда условия для захвата наблюдателем становятся благоприятными, предстоит решать пользователю библиотеки STM32 MC SDK от STMicroelectronics.

## ЛИТЕРАТУРА

1. [https://www.st.com/resource/en/user\\_manual/dm00486148.pdf](https://www.st.com/resource/en/user_manual/dm00486148.pdf)
2. [https://www.st.com/resource/en/application\\_presentation/stm32\\_pmsm\\_foc\\_sdk\\_getting\\_started.pdf](https://www.st.com/resource/en/application_presentation/stm32_pmsm_foc_sdk_getting_started.pdf)
3. [https://www.st.com/resource/en/user\\_manual/cd00298482.pdf](https://www.st.com/resource/en/user_manual/cd00298482.pdf)
4. [https://www.st.com/resource/en/user\\_manual/dm00490980.pdf](https://www.st.com/resource/en/user_manual/dm00490980.pdf)
5. [https://www.st.com/resource/en/user\\_manual/cd00298474.pdf](https://www.st.com/resource/en/user_manual/cd00298474.pdf)



ВНЕСЕНЫ В  
ГОСРЕЕСТР СИ

# Ceyear

## Высококласные измерительные приборы микроволнового и миллиметрового диапазона без экспортных ограничений

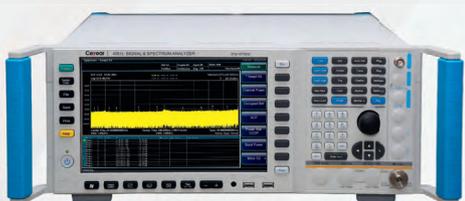
### Анализатор спектра серии 4024

- Диапазон частот от 9 кГц до 44 ГГц
- Полоса разрешения: 1 Гц~ 10 МГц
- Отображаемый средний уровень шума: -163 дБм при RBW 1Гц (тип. значение)
- Функции измерения: напряженности поля, мощности канала, занимаемой полосы частот, мощности в соседнем канате, аудио демодуляция, отношения мощности несущей к шуму, маски излучения и др.



### Анализатор сигнала/спектра серии 4051

- Диапазон частот от 3 Гц до 67 ГГц
- Максимальная полоса анализа: 550 МГц
- Полоса разрешения: 1 Гц ~ 20 МГц
- Однополосный фазовый шум (несущая 1 ГГц): -125 дБн/Гц при 10 кГц
- Чувствительность измерений: -135 дБм/Гц (типичное значение 67 ГГц)
- Многочисленные функциональные опции
- Гибкие аналоговые и цифровые выходные интерфейсы



### Векторный анализатор цепей серии 3672

- Диапазон частот от 10 МГц до 67 ГГц
- Гибкие типы калибровки, совместимость с несколькими комплектами для калибровки
- Высокая скорость при реализации комплексных решений по тестированию
- Форматы отображения: логарифмическая амплитуда (Log Mag), линейная амплитуда (LinMag), КСВ, диаграмма Смита и др.
- Функции: измерение импульсных S-параметров, измерения по временной области, измерения смесителей, двухмерные измерения амплитудных искажений, расширение спектра волн миллиметрового диапазона, измерение параметров антенн и калибровочной сферы РЛС (RCS) и т.д.



 **ЮЕ-ИНТЕРНЕЙШНЛ**  
ГРУППА ЮЕ

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

Санкт-Петербург (812) 313-34-40  
Москва (495) 150-52-21

Екатеринбург (343) 365-90-40  
Новосибирск (383) 319-17-09

Нижний Новгород (831) 220-59-64

[www.yeint.ru](http://www.yeint.ru)

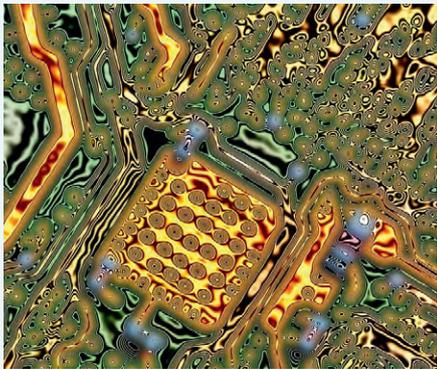
[rf@yeint.ru](mailto:rf@yeint.ru)

Реклама

## НОВОСТИ МИРА

## В ОЭЗ под Воронежем откроют новое производство микроэлектроники

Производство радиоэлектронной аппаратуры для управления летательными средствами появится в расположенной под Воронежем особой экономической зоне (ОЭЗ) «Центр».



На встрече с главой региона Александром Гусевым гендиректором АО «Корпорация НПО «РИФ» Александром Ивановым были представлены два инвестиционных проекта, которые могут быть реализованы на территории ОЭЗ «Центр». Высокотехнологичное производство, предусматриваю-

щее изготовление радиоэлектронной аппаратуры, планируется разместить на первой площадке. Такая аппаратура применяется в летательных аппаратах, используемых силами МЧС, и в сельскохозяйственной отрасли. При этом порядка 90% готовой продукции планируется поставлять на экспорт.

«По итогам обсуждения Александр Гусев дал поручение подобрать подходящий под условия земельный участок в границах ОЭЗ для размещения микроэлектронного производства», – говорится в сообщении правительства Воронежской области.

Производство должно будет выйти на проектную мощность в 3 тыс. комплектов в год. Его появление приведёт к созданию свыше 200 новых рабочих мест.

Ранее сообщалось, что на территории подмосковного Ступино будет возведён завод по выпуску реактивных самолётов. В рамках реализации этого проекта планируется появление предприятий, ответственных за техническое обслуживание и ремонт лётной техники.

[www.politexpert.net](http://www.politexpert.net)

## Константин Носков предложил локализовать производство китайского телеком-оборудования в России

Министр цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации Константин Носков предложил локализовать в России производство китайского телекоммуникационного оборудования, в том числе под сети 5G и Интернет вещей. Об этом он заявил во время переговоров с министром промышленности и информатизации КНР Мяо Вэйем, которые прошли на полях третьей встречи министров по цифровым технологиям G20 в японской Цукубе.

«Рынок России в части спроса на телеком-оборудование под строительство сетей 5G и Интернета вещей является достаточно большим, и партнёрство стран в этом сегменте представляется перспективным. Однако основной спрос будет сформирован внутренним рынком России, где нормативно будут закреплены предпочтения локальным производителям, продуктам и решениям. Совмест-



**bulgin**

a brand of Elektron Technology

## Виссaneer 6000

### Первый разъём от Bulgin с «ЖЕЛЕЗНЫМ» характером

- Корпус из металла или пластика (на выбор)
- Степень защиты IP66, IP68 и IP69K
- Прочность и защита от ЭМИ благодаря металлическому корпусу
- 16 А, 277 В для силовых соединителей
- Силовые и интерфейсные разъёмы в одинаковых корпусах
- Удобный и быстрый механизм фиксации Push/pull

-40...+120°C

IP66

IP68

IP69K

**PROCHIP**  
POWERED BY PROSOFT

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

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



Реклама

## НОВОСТИ МИРА

ный российско-китайский проект по локализации производства на территории России позволит гарантировать спрос на оборудование для сетей связи 5G и устройств Интернета вещей», – сказал Константин Носков.

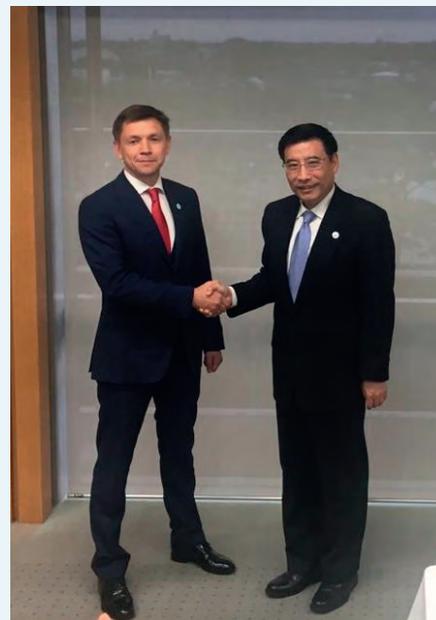
Локализация решений Китая на территории России снизит риски зависимости от других зарубежных поставщиков, создаст спрос на оборудование и материалы китайского происхождения и общую научно-техническую базу для разработки новых технологий и продуктов, уверен министр. Он предложил своему китайскому коллеге проанализировать возможность переноса производства оборудования на территорию России и в сентябре более детально обсудить этот вопрос на заседании Российско-китайской подкомиссии по связи и информационным технологиям.

Кроме того, глава Минкомсвязи сообщил, что в России разработана программа по созданию более 200 дизайн-центров в области микроэлектроники. Программа предполагает формирование мощного кластера квалифицированных специа-

листов. Ресурс этих центров может быть использован для проектирования изделий под рынки как России и КНР, так и третьих стран.

Константин Носков также отметил, что практически согласован текст меморандума о взаимопонимании в области развития цифровых технологий между Минкомсвязью России и Министерством промышленности и информатизации Китая. Подписать документ планируется на том же заседании Подкомиссии по связи и информационным технологиям в сентябре.

На полях встречи министров по цифровым технологиям G20 Константин Носков также провёл переговоры с министром внутренних дел и коммуникаций Японии Масатоси Исида, министром связи и информационных технологий Египта Амром Талаатом и принял участие во встрече сопредседателей Российско-японской рабочей группы высокого уровня по конкретизации плана сотрудничества: министра экономического развития России Максима Орешкина и министра экономики, торговли и промышленности Японии Хирошигэ Сэко. Кроме того, в рамках визи-



та в Японию глава Минкомсвязи посетил Центр 4-й промышленной революции в Токио и презентацию студентов школы Намики на тему ожидаемых социальных изменений, вызванных развитием искусственного интеллекта и Интернета вещей.

[www.digital.gov.ru](http://www.digital.gov.ru)

# Fastwel



Российская электроника  
для ответственных  
применений

Скорость и надежность  
современных технологий

CompactPCI 2.0, 2.16, 2.30, Serial



CPC512



CPC514



CPC516



CPC518



**PROSOFT**<sup>®</sup>  
WWW.PROSOFT.RU

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

МОСКВА  
(495) 234-0636  
info@prosoft.ru

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

ЕКАТЕРИНБУРГ  
(343) 356-5111  
info@prosoftsystems.ru  
(912) 620-8050  
ekaterinburg@regionprof.ru



# Моделирование целостности сигналов и наводок в цепях многоплатных электронных систем

## Часть 2

Татьяна Колесникова (beluikluk@gmail.com)

Во второй части статьи продолжается рассмотрение многоплатных электронных схем и рассказывается об анализе целостности сигналов с использованием цифрового осциллографа, а также об анализе спектра электромагнитной совместимости.

### Выполнение анализа целостности сигналов при помощи цифрового осциллографа Digital Oscilloscope

Моделирование в осциллографе используют для анализа целостности сигналов и наводок в цепях схемы. Анализ может включать цепи, проходящие по нескольким платам, поскольку модели передающих линий содержат и разъемы. Это особенно полезно для анализа сигналов, которые идут от передатчика на одной плате к приёмникам на других.

Выбор цепи для анализа выполняют в окне *Select Net by Name* (см. рис. 9), которое открывают кнопкой *Select Net by Name for SI Analysis* панели инструментов BoardSim MultiBoard. В центральной части окна *Select Net by Name* расположен список цепей; выбор нужной производится путём выделения строки с её названием левой кнопкой мыши.

По умолчанию возле названия каждой цепи в списке указана её длина. В поле Design file определяют плату, на которой размещена цепь. Выбранная цепь и все ассоциированные с ней цепи отображаются в рабочей области проекта. Цепи, проходящие через платы, показаны в проекте MultiBoard пунктирными линиями, идущими от вывода на одной плате через разъем к выводу на следующей плате. На каждом соединении между платами для выбранной цепи отображается одна пунктирная линия. При этом если цепь не заканчивается на выбранной плате, то она будет отображена и на других платах системы. В данном примере (см. рис. 9) выбрана цепь BA1, маршрут которой проходит через материнскую и две дочерние платы.

Перед тем как выполнить анализ целостности сигналов при помощи

цифрового осциллографа, необходимо всем пассивным компонентам выбранной цепи назначить значения, а микросхемам назначить модели, поскольку при выполнении анализа компоненты с неназначенными моделями воспринимаются как разомкнутые цепи. Чтобы назначить модель выводу микросхемы или компоненту, выбирают цепь, к которой он подсоединён, а затем нажимают на кнопку *Select Component Models or Edit Values* панели инструментов BoardSim MultiBoard. В результате открывается окно *Assign Models*, в котором для назначения модели в вывод выбирают его в списке *Pins* вкладки *IC* и нажимают кнопку *Select*. В списке *Pins* отображаются выводы как микросхем, так и пассивных компонентов. Существенным различием между анализом одноплатной и многоплатной системы является то, что в режиме *MultiBoard* нельзя назначить модели в выводы разъемов, если эти выводы назначены для соединения плат вместе; такие выводы отмечаются иконкой соединения *conn* (см. рис. 10).

В открывшемся окне *Select IC Model* (см. рис. 11) необходимо в поле

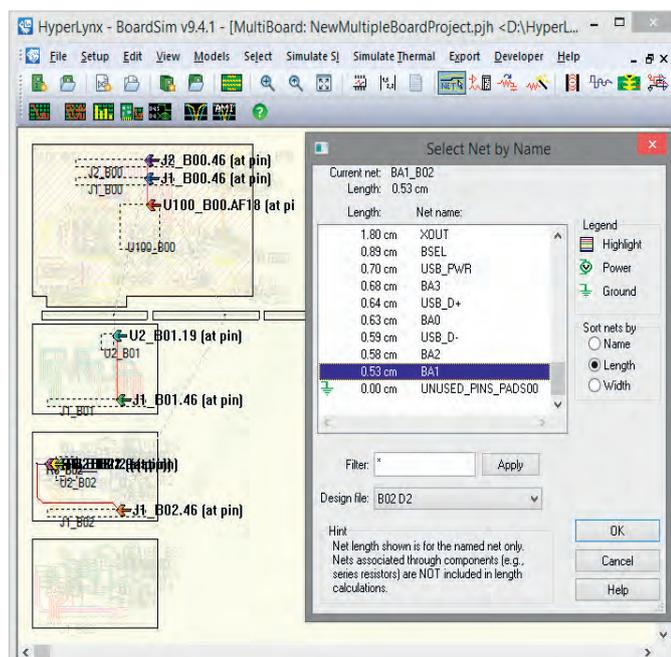


Рис. 9. Выбор цепи для анализа целостности сигналов в проекте MultiBoard

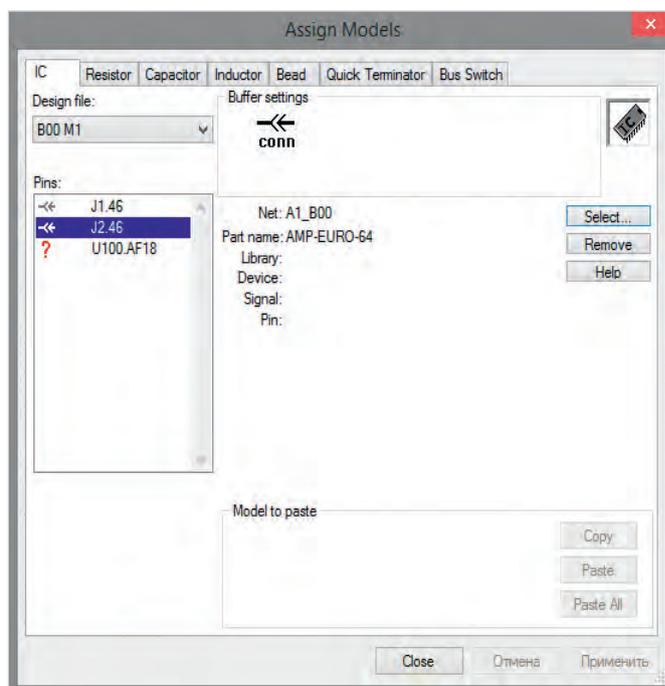


Рис. 10. Выбор в окне *Assign Models* вывода разъема *conn*

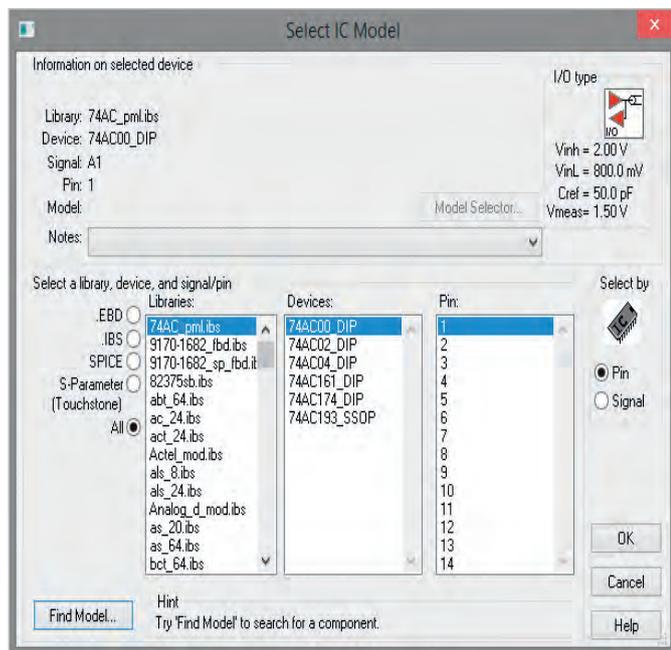


Рис. 11. Окно *Select IC Model*

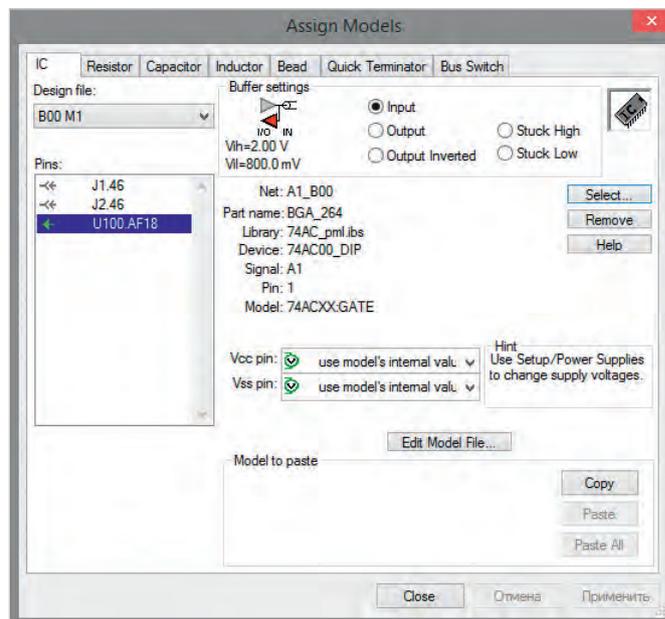


Рис. 12. Параметры модели и выбор назначения вывода компонента U100.AF18 в окне *Assign Models*

*Libraries* выбрать нужную библиотеку компонентов, а затем модель, щёлкнув на имени компонента в поле *Devices* и на номере вывода или имени сигнала в поле *Pin (Signal)*. Отметим, что название данного поля зависит от установленного переключателя в поле *Select by* и может принимать одно из двух значений: *Pin* или *Signal*. Когда все действия в окне *Select IC Model* выполнены, его закрывают кнопкой *OK*. В результате параметры выбранной модели отображаются в окне *Assign Models* на вкладке *IC*. Здесь же в поле *Buffer settings* посредством установки переключателя в одну из позиций задают назначение вывода (см. рис. 12):

- *Input* (вход);
- *Output* (выход);
- *Output Inverted* (инверсный выход);
- *Stuck High* (постоянно высокий);
- *Stuck Low* (постоянно низкий).

В данном примере укажем для выводов U100.AF18 основной платы B00 M1 и U2.9 дочерней платы B02 D2 значение *Input* (приёмник), а для вывода U2.19 дочерней платы B01 D1 значение *Output* (передатчик).

Если при трансляции топологии в BoardSim MultiBoard не передались значения пассивных компонентов, то их нужно назначить вручную. Для этого левой кнопкой мыши выбирают пассивный компонент в списке *Pins* вкладки *IC* окна *Assign Models* (при этом откроется вкладка этого типа компонента), устанавливают переключатель в позицию *Value* и вводят нужное значение в появившемся

поле, в результате чего компонент в списке *Pins* отображается как назначенный.

В поле *Design file* окна *Assign Models* можно определить плату, на которой размещён компонент. Перед тем как закончить работу в диалоговом окне *Assign Models*, следует проверить все платы проекта и убедиться, что всем пассивным компонентам назначены значения, а всем выводам – модели (нет отметок в виде красного знака вопроса в поле *Pins*). Когда все параметры в окне *Assign Models* настроены, нажимают кнопку «*Применить*».

Лицевую панель цифрового осциллографа (окно *Digital Oscilloscope*) в BoardSim MultiBoard открывают командой основного меню *Simulate SI/Run Interactive Simulation and Show Waveforms* или посредством нажатия на одноименную кнопку панели инструментов. В верхней левой части окна расположен графический дисплей, который предназначен для отображения формы сигнала. Кроме того, прибор оснащён двумя курсорами для проведения измерений во временной области, каждый из которых можно установить посредством щелчка левой кнопки мыши в области графического дисплея. Третий щелчок удаляет курсоры.

В нижней правой части окна находятся 4 ручки управления, предназначенные для настройки отображения измеряемого сигнала. На лицевой

панели осциллографа также настраивают следующие параметры:

- *Operation* (отображение сигнала): *Standard* (стандартное), *Eye Diagram* (глазковая диаграмма);
- *Edge* (фронт): *Rising edge* (передний фронт), *Falling edge* (задний фронт);
- *Oscillator* (отображение обоих фронтов с возможностью задания частоты (поле *MHz*) и рабочего цикла (поле *Duty*));
- *IC modeling* (передатчик сигнала): *Slow-Weak* (медленный слабый), *Typical* (типичный), *Fast-Strong* (быстрый сильный);
- *Show* – выбор кривых и информации для совместного отображения.

Перед запуском моделирования нужно установить зонды. Если установка зондов не была произведена разработчиком, то системой автоматически будут использованы первые 6 выводов компонентов из возможных. Зонды можно установить на любой вывод компонента. Все возможные точки зондирования отображаются в поле *Probes* окна *Show*. Выбор точек выполняют путём выставления соответствующих флажков. В данном примере это выводы U2.19, U2.9, U100.AF18. После установки зондов задают входные условия моделирования и значения отображения симулятора. Запуск моделирования производится кнопкой *Start Simulation*, расположенной в верхнем правом углу окна *Digital Oscilloscope*.

Выполним анализ выбранной цепи BA1. Воздействие зададим в виде задне-

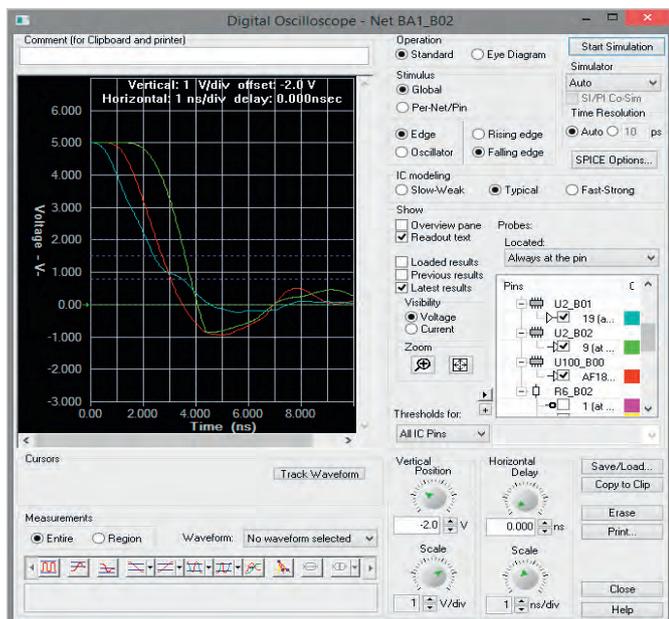


Рис. 13. Результат анализа целостности сигналов цепи BA1 многоплатной системы при помощи цифрового осциллографа

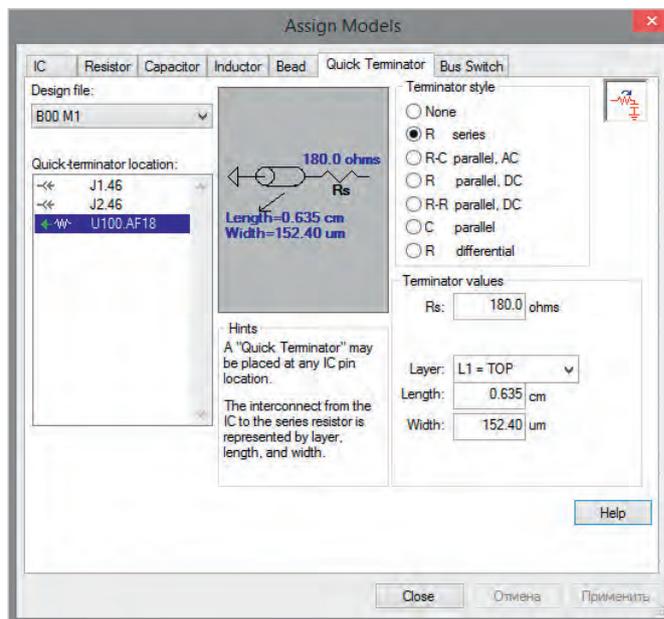


Рис. 14. Добавление согласующего резистора сопротивлением 180 Ом к выводу U100.AF18 компонента U100

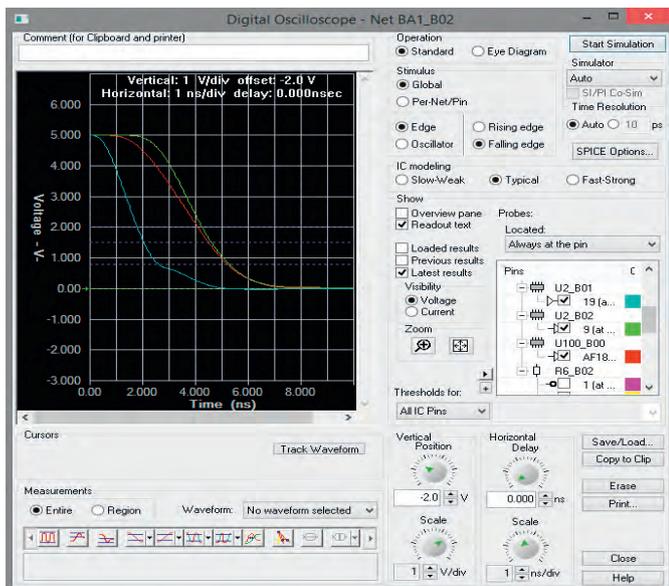


Рис. 15. Временная диаграмма заднего фронта импульса после согласования

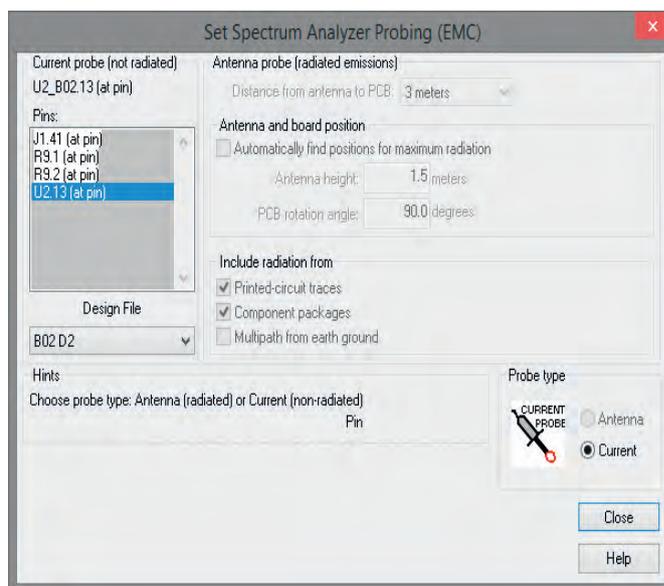


Рис. 17. Окно Set Spectrum Analyzer Probing (EMC)

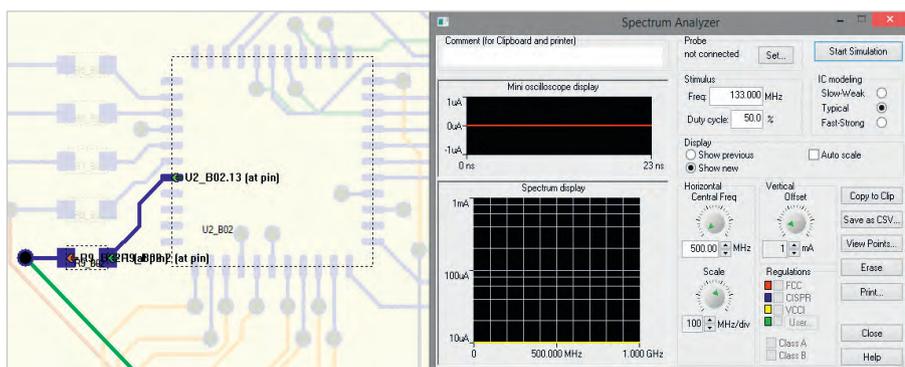


Рис. 16. Выбор цепи SEL2 для анализа спектра ЭМС и запуск окна Spectrum Analyzer

го фронта прямоугольного импульса длительностью 1 нс. На рисунке 13 показан результат моделирования. Хорошо видно, что из-за отсутствия

согласования линий передачи (голубая кривая) напряжение приёмников (красная и зелёная кривые) не устанавливается даже в течение 10 нс.

Выполним моделирование при согласовании линий передачи с помощью параллельных резисторов сопротивлением 180, 120 и 20 Ом. Пассивные компоненты к выводам микросхем добавляются на вкладке *Quick Terminator* окна *Assign Models* путём выбора в поле *Quick-terminator location* вывода микросхемы, а в поле *Terminator style* – типа нагрузки (см. рис. 14). Для улучшения качества сигнала пассивные компоненты добавим к приёмникам сигнала – выводам U100.AF18, U2.9 компонентов U100, U2 – и передатчику сигнала – выводу U2.19 компонента U2. Результат согласования показан на рисунке 15, где видно, что понижающий выброс сократился до 0 В (голубая кри-

вая – напряжение на передатчике, красная и зелёная кривые – напряжение на приёмнике).

**Выполнение анализа спектра ЭМС**

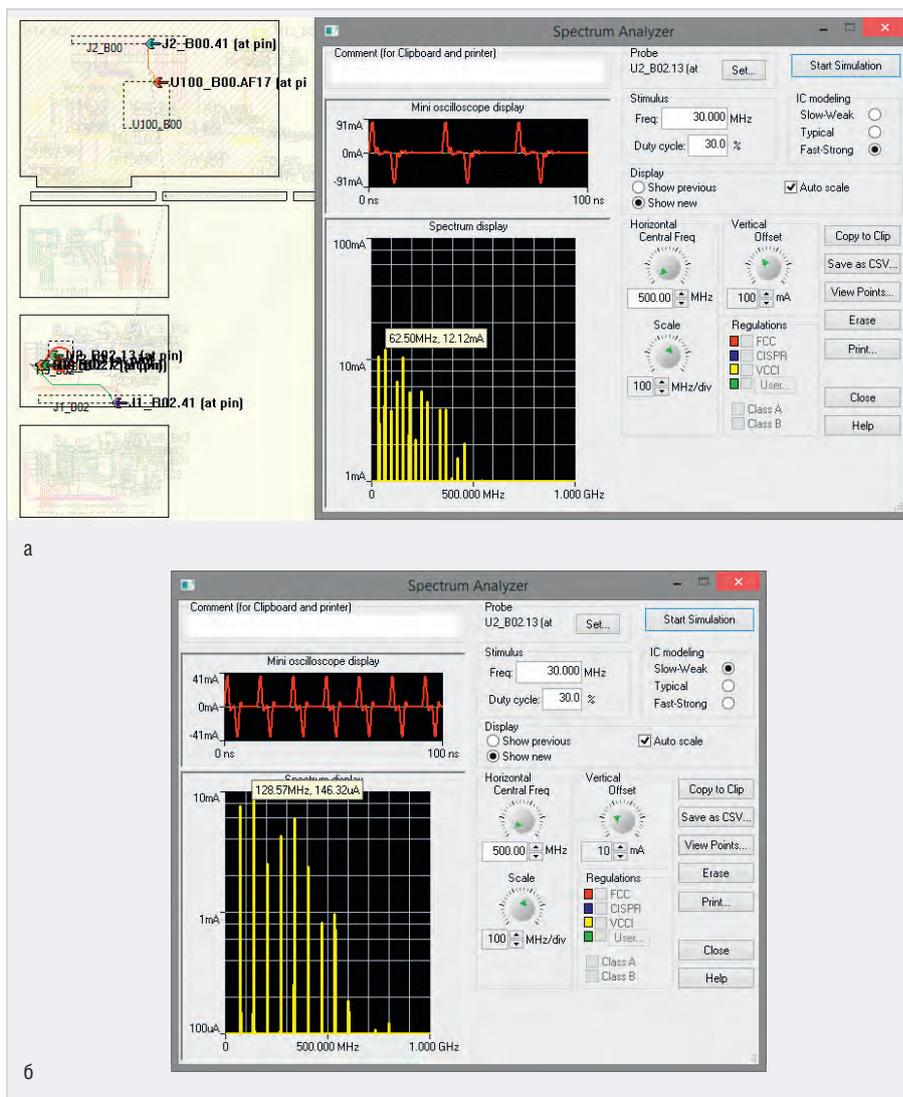
Анализ спектра ЭМС в BoardSim MultiBoard проводят при помощи виртуального анализатора спектра (*Spectrum Analyzer*). ЭМС рассматривает электромагнитные поля, распространяющиеся от передающей линии в пространство. Анализатор спектра можно использовать для оценки ЭМС от трасс схемы.

Перед тем как выполнить анализ спектра ЭМС, нужно при помощи кнопки *Select Net by Name for SI Analysis* панели инструментов BoardSim MultiBoard выбрать цепь для анализа. При помощи кнопки *Select Component Models or Edit Values* необходимо всем пассивным компонентам выбранной цепи назначить значения, а микросхемам – модели, по аналогии с тем, как это было сделано при анализе целостности сигналов.

Лицевую панель виртуального анализатора спектра (окно *Spectrum Analyzer*, см. рис. 16) в BoardSim MultiBoard открывают командой основного меню *Simulate SI/Run Interactive EMC Simulation* или посредством нажатия на одноимённую кнопку панели инструментов BoardSim MultiBoard. При моделировании учитываются эффекты взаимовлияний связанных передающих трасс. Эту информацию можно использовать для оценки эффектов экранирующих трасс и других близлежащих цепей. При моделировании электромагнитного излучения допускается использование только одного передатчика, все остальные выводы должны быть определены как приёмники.

Перед запуском моделирования нужно установить зонды. Для этого нажимают кнопку *Set* в поле *Probe* лицевой панели анализатора спектра. В результате открывается окно *Set Spectrum Analyzer Probing (EMC)* (см. рис. 17). При анализе спектра ЭМС многоплатной системы доступен только один тип зонда – *Current* (токовый пробник), который по умолчанию уже установлен в поле *Probe type*.

Токовый зонд устанавливается на любой вывод интегральной микросхемы (передатчика) или на любой вывод пассивного компонента (например, резистора), а также на выводы разъёмов. При этом все



**Рис. 18. Результат анализа спектра ЭМС цепи SEL2 при различных значениях параметра IC modeling: а) Fast-Strong; б) Slow-Weak**

доступные точки зондирования отображаются в списке *Pins*. В списке *Design File* выполняют выбор платы многоплатной системы.

После установки зонда в окне *Spectrum Analyzer* определяют следующие настройки моделирования:

- *Freq* (частота);
- *Duty cycle* (рабочий цикл);
- *IC modeling* (передатчик сигнала): *Slow-Weak* (медленный слабый), *Typical* (типичный), *Fast-Strong* (быстрый сильный);
- *Display* (отображение новых (позиция *Show new*) или предыдущих результатов (позиция *Show previous*)).

В нижней правой части окна находятся три ручки управления, предназначенные для настройки отображения сигнала.

Моделирование запускают кнопкой *Start Simulation*, находящейся в верхнем правом углу лицевой панели анализатора спектра. После окончания моде-

лирования результаты отображаются в двух окнах дисплея. Верхнее окно *Mini oscilloscope display* показывает токовую кривую передатчика в линейном масштабе. Нижнее окно *Spectrum display* показывает спектр токов в логарифмическом масштабе.

Выберем в качестве примера цепь SEL2, маршрут которой проходит через материнскую и дочернюю (B02 D2) платы, и выполним моделирование с установкой значения *Fast-Strong* в поле *IC modeling* (см. рис. 18а). Определим частоту и амплитуду двух наибольших вершин в окне *Spectrum display*, а затем установим переключатель в поле *IC modeling* в позицию *Slow-Weak* и повторим анализ ЭМС (см. рис. 18б). По результатам выполненного моделирования можно определить установки передатчика, которые приводят к наибольшему излучению ЭМС и являются причиной нарушения норм ЭМС.

# «ФОТОНИКА 2019»: мир лазеров и оптики

С 4 по 7 марта 2019 года в московском ЦВК «Экспоцентр» прошла выставка «Фотоника. Мир лазеров и оптики 2019».

«Фотоника. Мир лазеров и оптики» – это ведущий в России и Восточной Европе смотр новейших достижений современной лазерной, оптической и оптоэлектронной техники и самое посещаемое событие отрасли в России.

Мероприятие позволяет установить прямые контакты с руководителями государственных структур, предоставляет возможность получения заказов и контрактов с крупнейшими компаниями. Масштабная экспозиция 2019 года собрала более 170 участников из 13 стран и около 8000 посетителей. Национальными экспозициями были представлены Германия, Китай и Белоруссия. Обширная деловая программа ежегодного конгресса технологической платформы РФ «Фотоника» отражает все тенденции современного рынка лазеров и оптоэлектроники.

## «ЭКСПОЦЕНТР» ПРЕДСТАВЛЯЕТ МИР ЛАЗЕРОВ И ОПТИКИ

Более трети стендов XIV Международной специализированной выставки лазерной, оптической и оптоэлектронной техники «Фотоника. Мир лазеров и оптики 2019», которая в начале марта прошла в столичном «Экспоцентре», занимали новейшие разработки, представленные российскими специалистами.

Модератор церемонии открытия «Фотоники-2019», заместитель гене-

рального директора АО «Экспоцентр» Владимир Губернаторов выразил большую признательность за поддержку и помощь в организации выставки Министерству промышленности и торговли РФ, Государственному комитету по науке и технологиям Республики Беларусь, Европейскому индустриальному консорциуму по фотонике (EPIC), а также Торгово-промышленной палате России, которая предоставила проекту свой патронат.

Россию, находящуюся в числе мировых лидеров в области разработок лазерной и оптоэлектронной техники, на «Фотонике-2019» представляли более 140 отечественных предприятий, организаций, ведущих научно-исследовательских институтов и вузов.

Выступивший на открытии выставки вице-президент ТПП РФ Дмитрий Курочкин назвал «Фотонику» одним из самых престижных форумов, который собирает профессионалов в сфере фотоники и производства лазерной техники. По его словам, выставка всегда отличалась высокой результативностью и эффективностью проведённых мероприятий. Он выразил уверенность, что в этом году достигнутые на ней результаты будут ещё выше.

Президент Лазерной ассоциации Иван Ковш сказал, что с открытия нынешней выставки фактически начинаются дни фотоники в России. На несколько дней «Экспоцентр»

превратился в центр всех контактов, встреч, обсуждений. До 80% всех годовых контрактов заключается на выставке «Фотоника».

Директор Департамента промышленности обычных вооружений, боеприпасов и спецхимии Минпромторга РФ Дмитрий Капранов в своём выступлении отметил: «Выставка по праву считается ключевым отраслевым событием. Количество её посетителей и участников стабильно растёт. Увеличивается площадь экспозиции. Всё это говорит о том, что интерес к технологиям фотоники и их значение для экономического развития страны повышаются».

Как отметил на торжественной церемонии открытия «Фотоники» генеральный директор Европейского индустриального консорциума по фотонике (EPIC) Карлос Ли: «EPIC объединяет более 800 организаций, и всем нам очень важен опыт и те знания, которые мы почерпнём на российской выставке. Москва на эти четыре дня для нас является центром мира, здесь соединяются идеи и новые технологии Европы и Азии».

Перспективы развития фотоники в нашей стране и мире обсуждались на протяжении всей выставки в ходе обширной деловой программы – проведено более 20 конференций, круглых столов, семинаров, а также престижные конкурсы и другие важные для отрасли мероприятия.

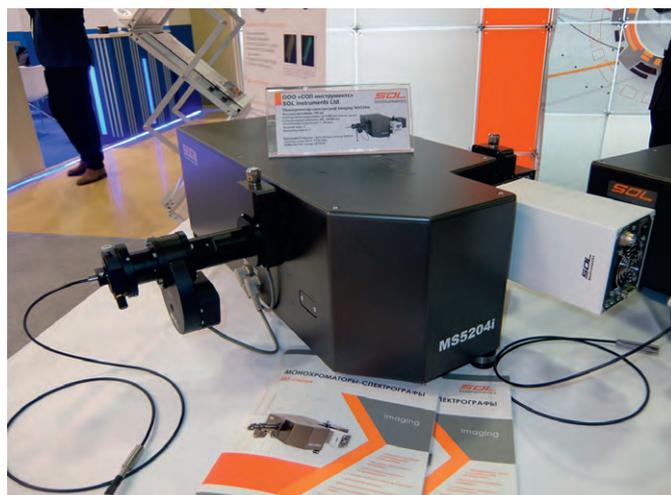
Участников выставки, гостей и организаторов с открытием тепло поздравили заместитель председателя коллегии Военно-промышленной комиссии РФ Юрий Михайлов, депутат Государственной Думы ФС РФ Андрей Ветлужских, первый заместитель генерального директора холдинга «Швабе» Сергей Попов.

## СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ

Деловая программа выставки открылась совместным заседанием рабочей группы по фотонике при Минпромторге России, научно-технического совета Лазерной ассоциации, секретариата технологической платформы «Фотоника», экспертного совета по фотонике при Комиссии по ПОРО ОПК Государственной Думы ФС РФ.

Дмитрий Капранов подробно рассказал о разработке Минпромторгом дол-





госрочной Стратегической программы по развитию фотоники в РФ на период до 2030–2035 гг.

Он отметил, что Стратегия призвана сформулировать цели и обозначить приоритетные направления развития фотоники в национальном и мировом контексте: «Стратегическая цель – сформировать российскую фотонику как высокотехнологичную отрасль, интегрированную в хозяйственный комплекс, успешно участвующую в решении задач социально-экономического развития и обеспечения безопасности страны, стимулирующую инновации в реальном секторе отечественной экономики, равноправно участвующую в международной кооперации и гарантирующую технологический суверенитет России в секторе лазерных, оптических и оптоэлектронных технологий».

По прогнозам эксперта, в результате реализации Стратегии к 2030–2035 годам объём производства продукции фотоники должен вырасти до 250 млрд рублей в год, а доля экспорта

составить не менее 40% от объёма производимой продукции. Предполагается увеличение минимум в 4 раза числа предприятий, постоянно использующих технологии фотоники в производственной деятельности, и минимальный рост количества занятых в отрасли до 120 тыс. человек.

Тема стратегического развития фотоники в аспекте нормативного и организационного регулирования также рассматривалась на заседании экспертного совета по фотонике при Комиссии по ПОРО ОПК Государственной Думы ФС РФ. В обсуждении приняли участие депутат Государственной Думы ФС РФ Андрей Ветлужских, директор Департамента государственной научной, научно-технической и инновационной политики Министерства науки и высшего образования РФ Михаил Романовский, президент Лазерной ассоциации Иван Ковш. На заседании прозвучали предложения представителей предприятий, работающих в области фотоники, научных организаций и центров. Итоговый протокол засе-

дания экспертного совета, обобщающий высказанные предложения, будет направлен в Комитет Госдумы ФС РФ по экономической политике, промышленности, инновационному развитию и предпринимательству и другие госструктуры.

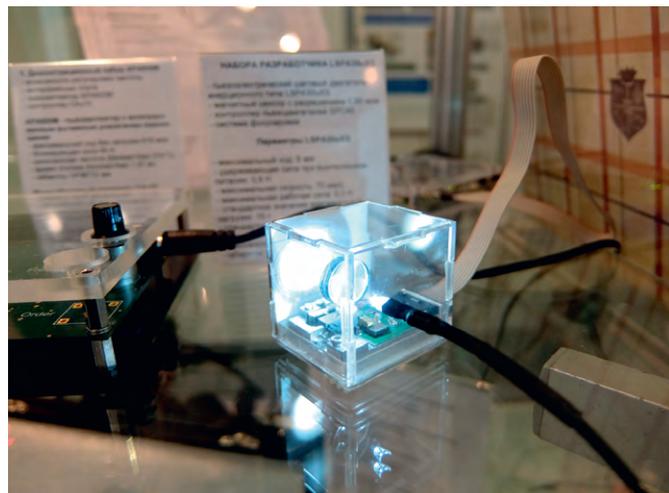
### ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В рамках выставки прошёл VIII Конгресс технологической платформы «Фотоника».

Организованные в рамках конгресса конференции, семинары и круглые столы предоставили специалистам уникальную возможность продемонстрировать свои новые разработки, обменяться идеями и практическим опытом, познакомиться с тенденциями и перспективами развития лазерного рынка.

На пленарном заседании конгресса вызвала интерес презентация терагерцовых технологий в биофотонике. Использование терагерцовых излучений в биомедицине позиционируется как новый прогрессивный инструмент неинвазивной диагностики, в том





числе злокачественных новообразований. Представленная работа является результатом коллективного труда учёных МГТУ им. Н.Э. Баумана, Института физики твёрдого тела, Саратовского НИГУ имени Н.Г. Чернышевского, Первого МГМУ имени И.М. Сеченова и других научных и медицинских организаций.

Состоялись также презентации лазерных нанотехнологий, разработанных Ганноверским университетом им. Лейбница (Германия). Международный центр квантовой оптики и квантовых технологий представил обзорный доклад о развитии и практическом использовании квантовых технологий.

Многочисленные аудитории специалистов приняли участие в научно-практических конференциях, посвящённых лазерным информационным системам и фотонике в навигации, недиодным источникам лазерного излучения, волоконно-оптическим линиям связи и их комплектующим.

Возможности использования лазерных технологий в производстве электромобилей стали темой профессио-

нальной дискуссии на круглом столе, который состоялся 5 марта. Вниманию участников была предложена актуальная тема «Электромобили – перспективный рынок для лазерных технологий» – обсуждение потенциально возможного применения лазерных технологий в самом мощном производственном сегменте: переход от двигателя внутреннего сгорания к электрическому приводу. На мероприятии были рассмотрены наиболее интересные с точки зрения использования лазерных технологий применения, потенциал развития, место российских компаний на этом динамично развивающемся рынке.

Перспективы сотрудничества учёных стран ЕАЭС обсуждались на рабочей встрече организаторов Евразийской программы «Фотоника-Агро». Учреждённая в 2016 году Программа в настоящее время предусматривает 9 направлений совместных разработок аппаратуры на основе лазерных и светодиодных источников и эффективных оптических технологий для использования в различных отраслях агропромышленного комплекса (АПК).

## И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ДИСКУССИИ

На выставке состоялось первое организационное заседание межведомственного научно-технического совета при ФГБУ «ГНЦ лазерной медицины им О.К. Скобелкина ФМБА России».

Решение о воссоздании межотраслевого экспертного совета, ранее работавшего при ГНЦ лазерной медицины, принял экспертный совет по фотонике при Госдуме после обсуждения на одном из своих заседаний актуальной проблемы использования лазерной техники в медицине.

По мнению Ивана Ковша, освоение лазерной техники в медицине идёт не так активно и широко. В ходе обсуждения организационных вопросов он отметил, что создаваемый совет должен стать не только консультативным и экспертным, но и организующим органом, способствующим разработке и освоению лазерных технологий в медицине, пропагандирующим возможности лазерной медицины.

Предполагается, что в составе новой структуры будут работать уполномоченные представители Минздрава Рос-



сии, ФМБА, РАН и других компетентных организаций и ведомств.

В рамках научно-практических конференций VIII Конгресса технологической платформы «Фотоника» специалисты также продолжили обсуждать перспективные направления развития отрасли.

Одна из конференций была посвящена развитию квантовых программ и технологий в России и мире. Отмечалось, что в эпоху Индустрии 4.0 квантовые технологии могут дать много нового. Рассматривались такие сферы их применения, как квантовые вычисления, передача информации, создание чувствительных сенсоров.

Интересные доклады были также представлены на конференциях по волоконным световодам и волоконно-оптическим компонентам, узлам и устройствам фотоники для научного приборостроения, оптической сенсорике, оптико-электронным и голографическим технологиям, радиофотонике, метрологическому обеспечению фотоники, технологиям фотоники в тепличном хозяйстве.

### **ЕЭК РАЗРАБОТАЕТ МЕЖГОСУДАРСТВЕННУЮ ПРОГРАММУ ПО АГРОФОТОНИКЕ**

4–7 марта 2019 г. участники евразийской технологической платформы «Фотоника» представили перспективные проекты, которые войдут в мероприятия межгосударственной программы Евразийского экономического союза (ЕАЭС).

Одной из центральных тем конгресса стала разработка межгосударствен-



ной программы ЕАЭС в сфере агрофотоники в рамках реализации интеграционного сотрудничества.

По словам директора Департамента промышленной политики Евразийской экономической комиссии (ЕЭК) Николая Кушнарёва, фотоника является одним из самых наукоёмких и перспективных для кооперационного сотрудничества направлений.

Среди перспективных проектов можно выделить инициативы в сферах аквакультуры, птицеводства, растениеводства, хранения и переработки пищевой продукции, а также обработки молока. Их реализация поможет повысить выживаемость мальков рыб и птенцов, всхожесть семян, урожай-

ность, увеличить сроки хранения продукции за счёт использования новейших технологий фотоники.

«Потенциал этого прорывного инновационного направления обеспечивается в ЕАЭС благодаря совместной работе учёных разных стран из, казалось бы, не связанных между собой сфер – аграриев и физиков. Но именно из такого сотрудничества и появляются интересные проекты, среди которых названные по агрофотонике, кооперации космических, оптических и электронных технологий в рамках разрабатываемой сейчас межгосударственной программы по дистанционному зондированию Земли и другие», – отметил заместитель директора Департамента промышленной политики ЕЭК Александр Готовский.

По итогам мероприятия решено в кратчайшие сроки сформировать итоговый пакет проектов, а также определить сроки и исполнителей по этой программе. На втором этапе евразийская технологическая платформа направит инициативное предложение по утверждению межгосударственной программы в ЕЭК.

В следующем, 2020 году выставка «Фотоника» пройдёт в ЦВК «Экспоцентр» со 2 по 5 марта.



Подробный фотоотчёт о выставке «Фотоника. Мир лазеров и оптики 2019» смотрите на сайте [www.soel.ru](http://www.soel.ru) в разделе «Фотоотчёты».



# Итоги «Российской недели высоких технологий 2019»

С 23 по 26 апреля 2019 года в ЦВК «Экспоцентр» прошла «Российская неделя высоких технологий 2019» (РНВТ-2019), в рамках которой состоялись 31-я международная выставка информационных и коммуникационных технологий «Связь-2019», 11-я специализированная выставка в области спутниковой навигации «Навитех-2019», XIII Международный навигационный форум, форум «Российский софт: эффективные решения. Национальная кибербезопасность: суверенитет vs глобализация», конференция «Цифровая трансформация телеком-отрасли: Стратегия-2024».

«Российская неделя высоких технологий 2019» была организована АО «Экспоцентр» при поддержке Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ, Министерства промышленности и торговли РФ, Федерального агентства связи (Россвязь), Комитета Государственной Думы ФС РФ по образованию и науке, некоммерческого партнёрства «Содействие развитию и использованию навигационных технологий» под патронатом Торгово-промышленной палаты России.

Министр цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ Константин Носков заявил: «Министерство поддерживает проведение Недели и рассматривает её как эффективную площадку для профессионального диалога компаний ИТ-отрасли, разработчиков программного обеспечения, новых технологий и телекоммуникационного оборудования с многочисленными потребителями своей продукции».

В работе Недели приняли участие 448 компаний из 15 стран мира. За 4 дня мероприятие посетили 18 126 специалистов отрасли. С экспозицией ознакомились посетители из 79 регионов России и 64 других стран.

На официальном открытии с приветственными словами к участникам и организаторам «Российской недели высоких технологий» обратились заместитель министра цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ Олег Иванов, член Комитета Государственной Думы ФС РФ по образованию и науке, председатель оргкомитета РНВТ Владимир Кононов, руководитель Федерального агентства связи (Россвязь) Олег Духовницкий, вице-президент Торгово-промышленной палаты России Дмитрий Курочкин, заместитель директора Департамента радиоэлектронной промышленности Минпромторга РФ Василий Шпак, генеральный директор АО «Экспоцентр» Сергей

Беднов и другие официальные лица и почётные гости.

Выступающие отметили значение Недели как уникального форума, проведение которого будет содействовать решению задач национальной программы «Цифровая экономика».

Заместитель министра цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ Олег Иванов отметил: «Ключевым моментом программы „Цифровая экономика“ является создание и развитие информационной инфраструктуры, которая включает в себя и телекоммуникационные системы, и сети связи, и центры обработки данных, и различные механизмы безопасного доступа в интернет. Все эти аспекты отражены как в деловой программе, так и на выставке».

После церемонии открытия состоялось торжественное гашение маркированной почтовой карточки, посвящённой международной выставке «Связь-2019», и художественного маркированного почтового конверта, выпущенного Федеральным агентством связи и АО «Марка» к 60-летию «Экспоцентра».

Во время VIP-обхода Олег Иванов и руководитель Россвязи Олег Духовницкий посетили стенды российских участников, в том числе ООО «Т8», ФГУП «Космическая связь», ФГУП «Научно-исследовательский институт радио», ФГУП «Центральный научно-исследовательский институт связи», ФГУП «Российские сети вещания и оповещения», ФГУП «Главный центр специальной связи», АО «Марка» и других, и высоко оценили качество представленных разработок.

## «Связь-2019»

Выставка «Связь-2019» стала центральным событием «Российской недели высоких технологий».

Выставка проводилась «Экспоцентром» в 31-й раз при поддержке Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ, Министерства промышленности и торговли РФ под патронатом Торгово-промышленной палаты России при участии Россвязи и Центра компетенций по импортозамещению в сфере ИКТ.

Этот крупнейший в России, странах ближнего зарубежья и Восточной



Европе отраслевой проект представил инновационные разработки в сфере информационных технологий и самые современные образцы телекоммуникационного оборудования.

Олег Иванов отметил: «Сейчас на выставке „Связь“ представлены все разработки в различных областях цифровой экономики, и мы понимаем, что именно объединение различных направлений развития IT-сферы, телекоммуникационной сферы, образования, науки, прорывных достижений в смежных отраслях всегда даёт очень серьёзный синергетический эффект. А эта выставочная площадка – именно то место, где производители находят потребителей и наоборот».

В выставке приняли участие 409 компаний. Свои возможности показали известные зарубежные участники: 3CX (Кипр), Saft (Франция), Satel OY (Финляндия), Vissem Electronics (Корея), Riedel Communications (Германия), Ama Xperteye (Румыния), Belden (США) и другие.

Российские достижения продемонстрировала 161 компания: ОАО «Газпром космические системы», АО «Росэлектроника», АО Концерн «Созвездие», ООО «Т8», «Натекс», «Интерспутник», «Ангстрем-Телеком», ООО КБ «Пульсар-Телеком», ООО «Корнинг СНГ», АО ОМПО «Иртыш», АО «Прогресс НИИМА», АО «Энергомера» и другие.

Заметно увеличили своё присутствие на выставке компании из российских регионов, в числе которых ООО «Саранск-кабель-Оптика» (Мордовия), ООО «Инкаб», ПАО «Морион», ОАО Пермский телефонный завод «Телта» (Пермь), ООО «Холдинг Кабельный Альянс» (Екатеринбург), «Полимет» (Ростовская область), ООО КБ «Пульсар-Телеком» (Пенза), «Самарская оптическая кабельная компания», АО «СМАРТС», Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики (Самара), АО «Научно-производственная фирма „Микран“» (Томск), ОАО «Супертел», ООО «Астра-Интерком», ООО «Измеркон», ООО «Радиян» (Санкт-Петербург), ООО «Вега-Абсолют» (Новосибирск), ООО «Инжиниринговое Бюро Феникс» (Красноярск), ФГУП «Ростовский-на-Дону научно-исследовательский институт радиосвязи» (Ростов-на-Дону).

Национальную экспозицию на выставке организовал Китайский комитет содействия развитию международной торговли (ССРПТ). Её участниками стали известные китайские фирмы: Hengtong optic-electric co., ltd, Yunke



China Information Technology Limited, Beijing dynamic Power Ac-Union и другие.

В этом году экспозиция включила как традиционные разделы: оборудование и технологии для мобильной, спутниковой, радио- и волоконно-оптической связи, теле- и радиовещания, сетей передачи данных, центров обработки и хранения данных, информационной безопасности, – так и новые активно развивающиеся направления: решения для Интернета вещей (IoT Tech Spring), «умный» город, отечественные ИТ-решения.

Активное развитие показали разделы «Кабели связи», «Спутниковая связь», «Радиосвязь», «IP-технологии».

В отдельном павильоне на площади 1440 м<sup>2</sup> была размещена международная экспозиция потребительской электроники. Свою продукцию представили 95 китайских участников.

### «НАВИТЕХ-2019»

Новейшие навигационные разработки продемонстрировали 39 участников 11-й международной выставки навигационных систем, технологий и услуг «Навитех-2019», организованной «Экспоцентром» при поддержке Министерства промышленности и торговли РФ под патронатом Торгово-промышленной палаты РФ.

По традиции вместе с выставкой проходил XIII Международный навигационный форум. Выставка и форум стали главными событиями навигационной отрасли в России.

Президент некоммерческого партнёрства «Содействие развитию и использованию навигационных технологий» Александр Гурко заявил: «Применение навигационных технологий даёт толчок развитию инновационных цифровых сервисов, способствует укреплению

безопасности и благополучию общества, расширяет возможности бизнеса в различных областях экономики: в сельском хозяйстве, транспортной отрасли, энергетике, военной промышленности, геодезии и картографии и многих других».

Выставка «Навитех-2019» наглядно продемонстрировала совершенствование и обновление навигационных технологий, расширение их применения во всех сферах экономики и коммерческого использования.

Среди участников – Queclink Wireless Solutions Co., Shenzhen Concox Information Technology Co., Streamax Technology Co., Ltd., а также НП «Содействие развитию и использованию навигационных технологий», «Вега-Абсолют», спутниковая система «Гонец», «Гудлайн», НТЦ «Модуль», «Форт-Телеком», ООО «Коммерческие автомобили – Группа ГАЗ» и другие.

Участники выставки представили уникальные навигационные разработки и устройства нового поколения. В частности, «Горьковский автомобильный завод» впервые продемонстрировал единую платформу для доступа к цифровым услугам и сервисам GAZ Connect. Инновационный центр «КАМАЗ» представил комплексную систему спутникового мониторинга и контроля эксплуатации транспортных средств «ИТИС-КАМАЗ». На стенде НП «ГЛОНАСС» были показаны инновационные проекты, включая проекты НТИ «Автонет».

Участники и гости «Связь-2019» и «Навитех-2019» отметили в своих отзывах успешное проведение выставок и их высокую коммерческую результативность.

### ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА

Деловая программа «Российской недели высоких технологий-2019» открылась

конференцией «Цифровая трансформация телеком-отрасли: Стратегия-2024», организованной «Экспоцентром» совместно с медиахолдингом «РБК». Представители власти, бизнеса, отраслевые эксперты обсудили успешные стратегии диверсификации телекоммуникационного бизнеса, импортозамещение на рынке телеком-оборудования, создание телекоммуникационной инфраструктуры, развитие сетей 5-го поколения и другие актуальные отраслевые вопросы.

Руководитель отдела телекоммуникаций «РБК» Анна Балашова отметила, что из-за неравных экономических условий отечественных производителей в сравнении с основными зарубежными конкурентами значительная доля телекоммуникационного оборудования импортируется. Государство разрабатывает меры поддержки российских отраслевых компаний в виде увеличения пошлин на ввоз импортного оборудования, а также льгот на налоги и страховые взносы.

В ходе дискуссии говорилось также о том, что будущее отрасли напрямую связано с такими понятиями, как Интернет вещей, облачные сервисы, переход на 5G, технологии Big Data, мобильные финансы, развитие конвергентных услуг связи, способы монетизации контента и др.

Широкий отклик у профессиональной аудитории нашло обсуждение технологий «умного» города и новых возможностей, которые их внедрение открывает для телекоммуникационного бизнеса. Этой теме была посвящена сессия, которую провёл главный редактор «РБК Недвижимость» Игнат Бушухин. По мнению модератора, «в городе интересы недвижимости и классического телекома находят синергию».

Заместитель начальника отдела вопросов аварийного жилья и капремонта Департамента жилищно-коммунального хозяйства, энергосбережения и повышения энергоэффективности Минстроя РФ Елена Семёнова рассказала о межведомственном проекте «Умный город», цель которого – сделать наши города более комфортными и безопасными для жителей.

Участники сессий, посвящённых телекоммуникационным стартапам и новым рынкам, отметили, что стремительное развитие информационно-коммуникационных технологий кардинально меняет все отрасли. Оцифровка данных делает процессы более быстрыми, упорядоченными. Традиционные модели ведения бизнеса уступают место новым. Диверсификация бизнеса и выход на новые рынки станут ключом к успеху в будущем.

В конференции также приняли участие исполнительный вице-президент по стратегии «ВымпелКома» (бренд «Билайн») Александр Поповский, заместитель председателя совета директоров «ЭР-Телеком Холдинга» (бренд «Дом.ru») Андрей Семериков, представитель пресс-службы «Группы МТС» Алексей Меркутов, представители пресс-службы «МегаФона» и «Т2 РТК Холдинга».

Значимым событием Недели стал форум «Российский софт: эффективные решения. Национальная кибербезопасность: суверенитет vs глобализация». Его организаторами выступило Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ при поддержке Комитета Государственной Думы РФ по образованию и науке, Центра компетенций по импортозамещению в сфере ИКТ, ассоциации разработчиков про-

граммных продуктов «Отечественный софт» и АО «Экспоцентр».

Главной темой обсуждения на форуме стали вопросы применения наиболее эффективных отечественных решений для обеспечения национальной информационной безопасности во всех сферах жизни россиян.

Член Комитета Государственной Думы ФС РФ по образованию и науке, председатель оргкомитета РНВТ Владимир Кононов отметил: «Тема национальной кибербезопасности чрезвычайно актуальна. В условиях стремительного развития информационных технологий Россия должна в короткое время занять лидирующие позиции в разработке собственных решений для обеспечения безопасности и комфортной жизни населения».

Заместитель министра цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ Алексей Соколов представил один из разделов национальной программы «Цифровая экономика», посвящённый вопросам информационной безопасности, поддержке разработчиков российских программных продуктов и содействию перехода на преимущественное использование отечественного ПО и телекоммуникационного оборудования.

Участниками дискуссии стали заместитель председателя правления ПАО «Сбербанк» Станислав Кузнецов, президент ПАО «МТС» Алексей Корня, заместитель руководителя Департамента информационных технологий города Москвы Александр Горбатко.

Большой интерес у представителей компаний из разных сфер бизнеса и участников рынка ИКТ вызвала состоявшаяся в рамках форума тематическая секция, посвящённая кибербезопасности и цифровому суверенитету, которую провёл директор Центра компетенций по импортозамещению в сфере ИКТ Илья Массух.

Защите персональных данных в условиях использования виртуальных технологий в электронной коммерции, госрегулированию электронной коммерции с использованием виртуальных технологий, международным стандартам в этой сфере была посвящена ещё одна тематическая секция на тему «Виртуальные технологии в электронной коммерции: вопросы кибербезопасности».

Форум прошёл успешно и собрал большую аудиторию специалистов.

В рамках Недели Россвязь провела расширенное совещание по итогам 2018 года и планам на 2019 год.



Константин Носков поздравил Рос­с­вязь с 15-летним юбилеем, а также отметил большой опыт и профессионализм сотрудников агентства в решении поставленных задач.

С докладами также выступили руководитель Федерального агентства связи Олег Духовницкий, директор департамента Счётной палаты Российской Федерации Александр Нарукавников, президент ПАО «Ростелеком» Михаил Осеевский, директор Центра компетенций по импортозамещению в сфере ИКТ Илья Массух, заместитель полномочного представителя Президента Российской Федерации в Сибирском федеральном округе Алексей Еремеев, вице-президент Российского союза промышленников и предпринимателей Сергей Мытенков, генеральный директор Исполнительного комитета РСС Нурудин Мухитдинов, заместитель руководителя Роскомнадзора Наталья Наумова, заместитель председателя правительства Республики Бурятия Евгений Луковников.

Олег Духовницкий и Константин Носков вручили госслужащим Рос­с­вязи и работникам подведомственных организаций государственные и ведомственные награды.

В ходе мероприятия были обеспечены беспрепятственная прямая трансляция в интернете и видеоконференцсвязь с подведомственными организациями, находящимися в других городах.

Во второй половине совещания состоялся круглый стол на тему «Создание единой платформы оповещения».

Долгожданным событием года в области спутниковых навигационных технологий стал XIII Международный навигационный форум «Искусство навигации в цифровом мире». В качестве участников было зарегистрировано более 900 делегатов. Представители компаний из России, Евросоюза, Белоруссии, Казахстана, Индии и Китая, а также эксперты мирового уровня обсуждали стратегические вопросы развития навигационных технологий.

Пленарную дискуссию «Развитие систем спутниковой навигации. Новые бизнес-модели, навигационные и цифровые технологии в логистике людей и вещей. Национальная технологическая инициатива» открыл президент НП «ГЛОНАСС», со­руководитель рабочей группы НТИ «Автонет», член Правительственной комиссии по модернизации экономики и инновационному развитию Александр Гурко.



Специальный представитель Президента Российской Федерации по вопросам цифрового и технологического развития Дмитрий Песков рассказал о государственной политике и инициативах в области высоких технологий. Директор Департамента автомобильной промышленности и железнодорожного транспорта Министерства промышленности и торговли РФ Денис Пак посвятил своё выступление задачам и перспективам развития рынков «Автонет». Председатель фонда «Сколково» Аркадий Дворкович рассказал о кибербезопасности и защите данных, а также о мерах поддержки инновационных проектов в Сколково.

В рамках форума состоялось первое заседание рабочей группы по развитию беспилотного транспорта и роботизированных систем – «пула друзей Роскосмоса».

Второй день форума был посвящён проектам НТИ «Автонет». На дискуссионной площадке собрались десятки специалистов из сфер беспилотного транспорта, нормативно-правового регулирования и больших данных.

Участники панельной дискуссии с венчурными фондами и институтами развития по поддержке проектов НТИ подробно рассказали об основных механизмах финансирования российских технологических компаний рынков сферы «Автонет».

В рамках Недели также прошло мероприятие IoT Tech Spring 2019, включившее в себя спецэкспозицию и конференцию.

Конференция состояла из пленарного заседания, круглого стола на тему «Сравнение и совместимость технологий LPWAN» и сессий «Умный город», «Умная промышленность», «Умное ЖКХ и умная энергетика».

В мероприятии приняли участие более 20 компаний, среди которых

«МТС», «ЭР-Телеком», «ЕвроМобайл», Orange, CPT, WAVIoT и другие. На IoT Tech Spring 2019 было заслушано более 30 докладов, с которыми выступили представители Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ, ассоциации участников рынка Интернета вещей, РВК, Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций (СПбГУТ) и других учреждений.

Конференцию посетили более 800 специалистов, было зарегистрировано более 200 000 зрителей онлайн.

В последний день мероприятия была проведена первая в России профессиональная премия в области Интернета вещей IoT Awards 2019. Лучшей IoT-компанией года стал «ЭР-Телеком», а награду в номинации «IoT-оператор года» получила компания «МТС».

Внимание специалистов также привлекли следующие мероприятия деловой программы Недели:

- конференция «Практика внедрения цифровых технологий на промышленных предприятиях»;
- Международный форум Международной академии связи (МАС);
- конференция операторов связи «GPON и сети доступа 2019: экспертный уровень».

32-я международная выставка «Связь-2020» и 12-я международная выставка «Навитех-2020» состоится с 21 по 24 апреля 2020 года в ЦВК «Экспоцентр» в рамках «Российской недели высоких технологий 2020».



Подробный фотоотчёт о «Российской неделе высоких технологий 2019» смотрите на сайте [www.soel.ru](http://www.soel.ru) в разделе «Фотоотчёты».

# В СПбГЭТУ «ЛЭТИ» состоялась конференция «День Радио ЭРЕМЕКС»

28 и 29 мая 2019 г. компания «ЭРЕМЕКС» совместно с одним из ведущих российских технических высших учебных заведений России – Санкт-Петербургским государственным электротехническим университетом «ЛЭТИ» провели «День Радио ЭРЕМЕКС», посвящённый проектированию систем на печатных платах средствами САПР Delta Design.

В 2019 году сотрудничество ЭРЕМЕКС и «ЛЭТИ» вошло в активную фазу. Ещё за несколько месяцев до мероприятия вузу были переданы лицензии САПР электроники Delta Design для внедрения в учебный процесс, и сегодня студенты выполняют свои проекты печатных плат, используя маршрут проектирования Delta Design.

В ходе работы конференции проректор СПбГЭТУ «ЛЭТИ» по стратегическому развитию Виктор Анатольевич Тупик и генеральный директор ЭРЕМЕКС Сергей Александрович Сорокин подписали соглашение о

стратегическом партнёрстве вуза и компании.

В первый день работы конференции состоялось пленарное заседание, на котором с докладами выступили представители и технологические партнёры компании ЭРЕМЕКС, специалисты вуза, заказчики.

Слушателей заинтересовал обзор нового функционала САПР Delta Design 2.7, бета-версия которой была выложена на сайт [www.eremex.ru](http://www.eremex.ru) накануне мероприятия. Ряд новых функций был высоко оценён публикой, особенно одобрительные реплики

из зала получил такой новый функционал, как:

- возможность разместить группу компонентов на плате последовательно по одному и группой в выбранной области;
- копирование одного или нескольких графических объектов, в т.ч. на другой слой, копирование участков топологии, в т.ч. с поворотом, копирование фанпаутов;
- возможности учёта сложной формы в 3D при размещении компонентов и при проверке DRC;
- поиск, выбор и работа с «похожими» компонентами на схеме и плате.

Обзор нового функционала сопровождался демонстрациями видеороликов. Были затронуты вопросы по среднесрочному и долгосрочному развитию САПР Delta Design. Так, был продемонстрирован ролик с работой топологического редактора печатных плат





Торор в интерфейсе Delta Design. Этот функционал будет доступен пользователям начиная с версии 3.0.

Сокращение ручных операций в процессе проектирования, повышение уровня автоматизации этого процесса и, как следствие, повышение показателей производительности труда для предприятий – эта тема красной линией прошла по всему рабочему дню конференции. Участники дискуссии согласились, что при текущем уровне развития технологий предприятиям не обойтись без современных средств автоматизации, к коим относятся в том числе и САПР электроники на базе печатных плат Delta Design.

Однако один в поле не воин – такой тезис верен и для ИТ-инфраструктуры современного предприятия. Средства разработки и смежные программные продукты должны иметь высокий уровень интеграции. Представитель компании АСКОН Лев Теворовский и предста-

витель заказчика компании «ЭРЕМЕКС» – концерна «Морское подводное оружие – Гидроприбор» Олег Сысоев рассказали соответственно о теоретической и практической сторонах вопроса. Они затронули взаимные связи САПР Delta Design с программным обеспечением КОМПАС-3D, ЛОЦМАН:PLM и FlowVision.

Завершил пленарную сессию доклад об особенностях подготовки в «ЛЭТИ» инженерных кадров для предприятий приборостроения.

Во второй части конференции прошли две параллельные тематические секции:

- секция 1 «Схемотехническое проектирование и моделирование в САПР Delta Design» для инженеров-схемотехников;
- секция 2 «Проектирование печатных плат в САПР Delta Design», ориентированная на конструкторов печатных плат.

В рамках секции 1 обсуждались практические вопросы схемотехни-

ческого проектирования и моделирования средствами САПР Delta Design. На секции 2 были представлены доклады по преимуществам гибкой топологической трассировки и в целом о средствах конструирования печатных плат.

Во второй день, 29 мая, был проведён мастер-класс, который позволил разработчикам РЭА познакомиться с маршрутом проектирования в САПР Delta Design на практике. В ходе такого практикума участники, сидя за компьютерами и следуя рекомендациям преподавателя, создали свои первые проекты печатных плат в Delta Design.

Цикл семинаров и конференций «День Радио ЭРЕМЕКС» становится регулярным и проводится не только в Москве и Санкт-Петербурге, но и в других регионах России. Следите за тем, где пройдёт следующий «День Радио ЭРЕМЕКС» на сайте мероприятия <https://radioday.eremex.ru/>.



Свобода проектирования



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

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



Выставка

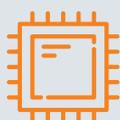
**ЭЛЕКТРОНИКА**  
Урал

V МЕЖДУНАРОДНАЯ  
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ  
ВЫСТАВКА

**ЭЛЕКТРОНИКА—УРАЛ 2019**

**26-28 НОЯБРЯ**

**ЕКАТЕРИНБУРГ, ЦМТЕ**



Электронные компоненты  
и комплектующие



Источники питания



Программное обеспечение  
и услуги



Оборудование и технологии  
для производства электроники

**ПРОХОДИТ ОДНОВРЕМЕННО С ВЫСТАВКОЙ «ПТА-УРАЛ 2019»**

[WWW.PTA-EXPO.RU](http://WWW.PTA-EXPO.RU)

ЕКАТЕРИНБУРГ

 (343) 270-23-76

 [info@pta-expo.ru](mailto:info@pta-expo.ru)

ОРГАНИЗАТОР

**Электроника**

МОСКВА

 (495) 234-22-10

 [info@pta-expo.ru](mailto:info@pta-expo.ru)

Реклама

# Настроены, поверены и готовы к работе



**KEYSIGHT TECHNOLOGIES** ООО «Кейсайт Технологии»  
115054, Москва, Космополитическая наб., 52/3  
Тел.: (495) 797-3930, факс: (495) 797-3901  
e-mail: info\_russia@keysight.com, www.keysight.com

### СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ

№ 12901-2014 Действительно до: 31.01.2016

Средство измерений: Генератор сигналов

Заводской номер: СМ

принадлежащее: МНИИ

Поверено в соответствии с: Методика поверки РГ 4213-2007, 2007-5

С применением эталона: СИ на обороте

При следующих значениях: Uсети = 218,5 В, fсети = 48,9 Гц

выданы: 29.01.2014

поверено и на основании результатов поверки признано пригодным к применению с ограничением по модуляции сигнала

Поверительное клеймо:

Руководитель отдела: Тинякко А.В.

Поверитель: Левиков П.В.

дата оформления: \_\_\_\_\_

**ПОВЕРЕНО  
ПРОИЗВОДИТЕЛЕМ СИ**

Ваши технические системы, критически важные для решения ответственных задач, должны обеспечивать безотказную работу в любых условиях. Именно поэтому сервисный центр Keysight получил аккредитацию на право поверки средств измерений и готов обеспечивать техническое обслуживание приборов под марками Keysight, Agilent и HP.

Оригинальные запчасти, автоматизированные тестовые системы, программное обеспечение для проведения калибровки и настройки, опытный персонал - все это позволяет выполнять весь набор тестов в соответствии с требованиями завода-изготовителя максимально качественно и в сжатые сроки. Будьте уверены в точности ваших измерений!

Подробнее: [www.keysight.com/find/Poverka](http://www.keysight.com/find/Poverka)  
Тел.: 8 800 500 9286



Unlocking Measurement Insights

Реклама