

СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

WWW.SOEL.RU

3

2019

**ПРОГРАММЫ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ:
СЕРЬЁЗНОЕ ОТСТАВАНИЕ ВО ВСЁМ МИРЕ**

В номере:

**РАЗРАБОТКА
РАДИОЛОКАЦИОННОГО
ПРИЁМНИКА
ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ БПЛА**

**ПРЕЦИЗИОННЫЕ
ГЕНЕРАТОРЫ
В АППАРАТУРЕ 5G**

**АВТОМАТИЗАЦИЯ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ
ВЕРИФИКАЦИИ СЛОЖНЫХ ПП**

**HARTING
И ПРОМЫШЛЕННЫЙ
ИНТЕЛЛЕКТ
НА HANNOVER MESSE 2019**

**МИКРОЭЛЕКТРОНИКА-2018:
В ФОКУСЕ ИННОВАЦИИ
И СОТРУДНИЧЕСТВО**

и многое другое...

*ВПЕРЕД
К ЛУНЕ 2031*



App Store



Google Play



Настроены, поверены и ГОТОВЫ к работе



KEYSIGHT TECHNOLOGIES ООО «Кейсайт Технологии»
115054, Москва, Космодамианская 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

Заданной погрешности нет

принадлежит: НИИ

Поверено и выдано свидетельство о поверке: Метрологическая поверка РГ 1213-2007

С применением эталонов: СИ, на обмотке

При следующих значениях: Сети = 23,5

включено: Сети = 218,5 В, Геси = 48,9 Гц

Поверено и на основании результатов поверки признано пригодным к применению с ограничением по модулю сигнала

Поверительное клеймо: 

Руководитель отдела: Титенко А.В.

Поверитель: Денисов П.В.

дата оформления: _____

ПОВЕРЕНО
ПРОИЗВОДИТЕЛЕМ СИ

РОСАККРЕДИТАЦИЯ

Ваши технические системы, критически важные для решения ответственных задач, должны обеспечивать безотказную работу в любых условиях. Именно поэтому сервисный центр Keysight получил аккредитацию на право поверки средств измерений и готов обеспечивать техническое обслуживание приборов под марками Keysight, Agilent и HP.

Оригинальные запчасти, автоматизированные тестовые системы, программное обеспечение для проведения калибровки и настройки, опытный персонал - все это позволяет выполнять весь набор тестов в соответствии с требованиями завода-изготовителя максимально качественно и в сжатые сроки. Будьте уверены в точности ваших измерений!

Подробнее: www.keysight.com/find/Poverka
Тел.: 8 800 500 9286

Реклама

KEYSIGHT
TECHNOLOGIES

Unlocking Measurement Insights

© Keysight Technologies, Inc. 2015

Agilent's Electronic Measurement Group has now become **Keysight Technologies**.

УСПЕХ ПРОЕКТОВ БУДУЩЕГО В
ПЕРСПЕКТИВНЫХ
 инструментах настоящего



NI AWR Design Environment - это единая платформа для разработки беспроводных устройств и систем связи нового поколения. Удобный и функциональный интерфейс, глубокая интеграция мощных инструментов проектирования и высокий уровень автоматизации обеспечивают успешность Ваших разработок.

Подробнее на: awr.com/ru

MARKET**4 Russian Market News****MODERN TECHNOLOGIES****12 HARTING and Industrial Intelligence at HANNOVER MESSE 2019***Olga Romanovskaya***14 Silicon and Gallium-Aluminum Arsenide Technology. Part 13.****Development of Devices Based on 3D M FEF M***Valeriy Svede-Shvets, Vladislav Svede-Shvets, Maksim Zinoviev***ELEMENTS AND COMPONENTS****20 GSS Gas Sensors, or How the Start-up Company to Get on the ISS***Alexander Bekmachev***24 M8 Connectors: New Solution for Industrial Ethernet and Profinet***Dirk Bunzel***DEVICES AND SYSTEMS****28 Speeding Up Power Rail Timing Verification with an 8-Channel Oscilloscope***Lee Morgan***ENGINEERING SOLUTIONS****34 High-Temperature Sensor with Microlan Interface***Vladimir Bartenev, Maria Barteneva***38 Infusion Line Control Device***Sergey Shishkin***DESIGN AND SIMULATION****44 Development of a Radar Receiver with a Large Dynamic Range for UAV Detection***Yuriy Tsyplenkov, Viktor Ovchinnikov, Vladislav Baranov***52 Using of Precision Oscillators in Newest 5G Telecommunication Equipment***Yuriy Ivanov, Arkadiy Nikonov, Alexander Kotyukov***58 EM Verification of Complex Board Structures Streamlined with PCB Import Wizard****60 Control of Design and Technological Parameters with Management of Topology Object Classes in Altium Designer EDA***Alexey Yakubenko***PAGES OF HISTORY****68 A.S. Popov and D.Ch. Bos - the Inventors of the Radio***Vladimir Bartenev***EVENTS****76 Microelectronics-2018: Focus on Innovation and Cooperation****COMPETENT OPINION****78 Leaders around the World have Noted a Serious Lag in Digital Transformation. New Research by Dell Technologies****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, И.С. Матешев, С.А. Сорокин, Р.Х. Хакимов**Литературный редактор/корректор** О.И. Семёнова**Верстка** А.М. Бабийчук**Обложка** Д.В. Юсим**Распространение** И.С. Михтифидинова (info@soel.ru)**Реклама** И.Е. Савина (advert@soel.ru)**Учредитель и издатель** ООО «СТА-ПРЕСС»**Генеральный директор** К.В. Седов**Адрес учредителя и издателя:**

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

Почтовый адрес: 119313, Москва, а/я 26**Тел.:** (495) 232-0087 • **Факс:** (495) 232-1653

info@soel.ru • www.soel.ru

Производственно-практический журнал

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

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе

по надзору за соблюдением законодательства в сфере

массовых коммуникаций и охране культурного наследия

(свидетельство ПИ № ФС77-18792 от 28 октября 2004 г.)

Свидетельство № 00271-000 о внесении в Реестр надёжных

партнёров ТПП РФ.

Отпечатано: ООО «МЕДИКОЛОП».

Адрес: Москва, Сигнальный проезд, 19, бизнес-центр Вэлдан

Тел./факс: (499) 903-6952

Перепечатка материалов допускается только с письменного

разрешения редакции. Ответственность за содержание

рекламы несут рекламодатели. Ответственность за

содержание статей несут авторы. Материалы, переданные

редакции, не рецензируются и не возвращаются. Мнение

редакции не обязательно совпадает с мнением авторов.

Все упомянутые в публикациях журнала наименования

продукции и товарные знаки являются собственностью

соответствующих владельцев.

© СТА-ПРЕСС, 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 3/2019

РЕКЛАМОДАТЕЛИ

ADLINK	57
EREMEX (Delta Design)	66
Fastwel	7
HARTING	13
ICAPE Group	4, 26
IEE.	56
Innodisk.	42
JTAG	32
Keysight Technologies 2-я стр. обл.	
Litemax	6, 72
NI AWR	1
RDC	64
TDK-Lambda	31
Wolfspeed.	74
XLight	79
АВД Системы.	5
АДВАНТЕХ	30
ДОЛОМАНТ.	75
Компонента.	8, 41
Микроволновая Электроника 6, 36	
МОРИОН	8
Питер Софт.	8
ПЛАНАР	3-я стр. обл.
ПЛАТАН.	8, 17
ПРОЧИП	9
Радиокомплект-ВП.	37
Роде и Шварц	4-я стр. обл.
Синтезатор-НН	6, 45
ТЕСТПРИБОР.	4, 11
Фаворит-ЭК	21
Феникс Контакт РУС.	25
ЭРКОН	7

РЫНОК

4 Новости российского рынка

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

12 HARTING и промышленный интеллект на HANNOVER MESSE 2019

Ольга Романовская

14 Кремниевая и арсенид-галлий-алюминиевая технология.
Часть 13. Разработка устройств на базе 3D М ФЗФ М

Валерий Сведе-Швец, Владислав Сведе-Швец, Максим Зиновьев

ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

20 Датчики газа от GSS, или как стартапу попасть на МКС

Александр Бекмачев

24 Разъёмы M8: новое решение для промышленных сетей Ethernet и Profinet

Дирк Бунцель

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

28 Ускорение проверки временных соотношений для ИП
с помощью 8-канального осциллографа

Ли Морган

ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ

34 Высокотемпературный датчик температуры с интерфейсом MicroI2C

Владимир Бартенев, Мария Бартенева

38 Устройство контроля инфузата в инфузионной магистрали

Сергей Шишкин

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

44 Методология разработки радиолокационного приёмника
с большим динамическим диапазоном и низким коэффициентом шума

Юрий Цыпленков, Виктор Овчинников, Владислав Баранов

52 Использование прецизионных генераторов в аппаратуре стандарта 5G

Юрий Иванов, Аркадий Никонов, Александр Котюков

58 Автоматизация процесса электромагнитной верификации
сложных печатных плат в NI AWR Design Environment

60 Контроль конструкторско-технологических параметров
с управлением классами объектов топологии в САПР Altium Designer

Алексей Якубенко

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

68 А.С. Попов и Д.Ч. Бос – изобретатели радио

Владимир Бартенев

СОБЫТИЯ

76 Микроэлектроника-2018: в фокусе инновации и сотрудничество

КОМПЕТЕНТНОЕ МНЕНИЕ

78 Руководители во всём мире отмечают серьёзное отставание
в цифровой трансформации. Новое исследование Dell Technologies

Новости российского рынка

РЫНОК

Компании ICAPE 20 лет!

Французский холдинг ICAPE Group производит на заказ печатные платы и технические детали, такие как дисплеи, кабели, разъёмы, корпуса.

В 2019 году холдингу исполняется 20 лет, 5 из которых компания поставляет свою продукцию в Россию и страны СНГ. Клиенты компании в этом регионе – 120 предприятий-производителей электроники в автопроме, энергетике, освещении, потребительской электронике, сфере безопасности.

Продукцию ICAPE поставляет из Китая, поэтому дружественные торговые отношения между этой страной и Россией создают благоприятный экономический климат. По данным таможенной службы РФ, в первом полугодии 2018 года импорт китайских товаров в Россию увеличился на 10,06%, в частности поставки электроники и компонентов выросли на 29,93%.



Оборот ICAPE в 2018 году составил €125 млн против €115 млн в 2017 году. Компания прогнозирует, что эти цифры увеличатся до €145 млн к концу 2019 года. Такие объёмы продаж помогают договориться с заводами-партнёрами о снижении цен для заказчиков без потери качества.

В прошлом году ICAPE объединилась с компанией DIVSYS в США и открыла ещё одну лабораторию по тестированию

качества печатных плат и сборке прототипов (ранее лаборатория была только в китайском офисе). Эта новость порадует и российских клиентов. Часть плат для американского рынка холдинг будет тестировать в США, поэтому проверка продукции для других стран будет занимать меньше времени.

За 20 лет компания открыла 16 филиалов на 4 континентах. Теперь весь коллектив работает над тем, чтобы быстрее и качественнее обслуживать клиентов в каждом регионе, в том числе в России. Это главная цель ICAPE на ближайшие годы.

ICAPE – Integrity, Customer, Autonomy, Proximity, Expertise.

По всем интересующим вопросам обращайтесь в российский офис компании ICAPE по телефону 8 (495) 668-11-33 или e-mail: order@icaperussia.com

МАТЕРИАЛЫ

Новые материалы для экранирования СВЧ-устройств и компонентов

АО «ТЕСТПРИБОР» предлагает поставку новых гибких экранирующих материалов ТЕКО и Aaronia для СВЧ-устройств и компонентов.

Материалы представляют собой тканевые полотна, состоящие из металлических и неметаллических нитей. Благодаря низкому сопротивлению и малым размерам ячеек они обеспечивают высокий коэффициент экранирования (до 120 дБ) на частотах до 20 ГГц.

Данные материалы могут применяться для защиты компонентов и частей СВЧ-оборудования, а также корпусов РЭА от влияния электромагнитных полей. Прокладки, изготовленные из проводящих тканей, позволяют обеспечить лучший контакт корпусов модулей и блоков с печатной платой.

Очевидным преимуществом использования материалов ТЕКО и Aaronia является возможность создания электромагнитных экранов произвольной формы и размеров,



что особенно важно при разработке и отладке новых изделий.

Среди различных типов материалов имеются воздухопроницаемые, полупрозрачные, а также самоклеящиеся.

Основные характеристики материалов:

- диапазон частот от 100 кГц до 20 ГГц;



- толщина от 0,1 до 0,5 мм;
- эффективность экранирования от 50 до 120 дБ;
- материал проводящих нитей – медь/серебро/сталь/никель.

www.test-expert.ru
Тел.: (495) 657-87-37

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Встраиваемая ОСРВ/ ГИПЕРВИЗОР PIKEOS СЕРТИФИЦИРОВАНА НА УРОВЕНЬ EAL3+ СТАНДАРТА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ «ОБЩИЕ КРИТЕРИИ»

Операционная система реального времени с гипервизором PikeOS компании SYSGO сертифицирована федеральной службой Германии по информационной безопасности BSI (Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik) по международному стандарту информационной безопасности ИСО/МЭК 15408 «Общие Критерии».

Предметом сертификации является ядро PikeOS Separation Kernel, выполняющее пространственную и временную изоляцию приложений, исполняющихся на одном и том же процессоре. Ядро PikeOS Separation Kernel версия 4.2.2 (сборка #s5400) сертифицировано на оценочный уровень доверия EAL3+ для процессорных архитектур x86-64, ARMv7 и ARMv8.

Для сертификации в других национальных и отраслевых сертифицирующих органах поставляется комплект сертификационной документации PikeOS Security Certification Kit. Руководство по сертификации PikeOS Security Manual, входящее в состав сертификационного пакета, может быть поставлено отдельно для опережающей проработки процедуры сертификации. Для PikeOS поставляется также сертификационный пакет по отраслевому стандарту информационной безопасности Airbus SAR (Security Assurance Requirements), разработанному на основе ИСО/МЭК 15408 с учётом специфики авиационных систем.

Для сертификации по стандартам функциональной безопасности (safety) PikeOS сопровождается сертификационными пакетами: для авионики DO-178C до уровня DAL A (Design Assurance Level), для железнодорожных систем EN 50128 до уровня SIL 4 (Safety Integrity Level) и для автоэлектроники ISO 26262 до уровня ASIL D (Automotive Safety Integrity Level).



Теперь встраиваемые системы на базе PikeOS готовы к комплексной сертификации Safety+Security и по требованиям функциональной безопасности, и по требованиям информационной безопасности.

Дистрибьютор SYSGO в России – компания «АВД Системы», поставщик средств разработки программного обеспечения, критически важных для безопасности сертифицируемых встраиваемых компьютерных систем.

www.avdsys.ru/pikeos

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

www.avdsys.ru/test

Реклама

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

Доплеровский метеорологический радиолокатор X-диапазона

Разработчики из Нижнего Новгорода завершили этап лабораторно-отработочных испытаний аппаратуры доплеровского метеорологического радиолокатора, предназначенного для обнаружения местоположения кучевых, мощных кучевых, кучево-дождевых и слоисто-дождевых облаков и связанных с ними опасных для авиации метеорологических явлений (гроза, дождь, турбулентность, сдвиг ветра и др.).



Новый радиолокатор предназначен для определения скорости и направления перемещения облаков относительно аэродрома с целью обеспечения безопасности полётов, захода на посадку, посадки и взлёта воздушных судов.

Полученные по результатам испытаний параметры позволяют сделать вывод о ряде преимуществ по сравнению с существующими в России автоматизированными системами метеорадиолокации. Ключевым преимуществом разработанного радиолокатора является наличие интеллектуальной фазированной антенной решётки отражательного типа с дистанционно управляемой диаграммой направленности, высокоскоростным электронным сканированием луча в азимутальной и угломестной плоскостях.

До недавнего времени на аэродромах гражданской авиации России широко использовались выпущенные в период до 1991 г. радиолокаторы МРЛ-2 и МРЛ-5. Эти устройства по причине морального устаревания, технического износа и отсутствия доступных запасных частей требуют срочной замены или глубокой модернизации.

Компания ООО «СИНТЕЗАТОР-НН» разработала комплект рабочей конструкторской документации, изготовила опытный образец доплеровского метеорологического радиолокатора X-диапазона и планирует проведение комплексных испытаний на экспериментальных площадках для проверки тактико-технических характеристик радиолокатора в реальных условиях эксплуатации.

www.synthesizer-nn.com
Тел.: (831) 414-3307

Дисплей от Litemax для системы информирования пассажиров

Компания Litemax представила новые дисплеи для систем информирования пассажиров с интегрированным модулем Intel SDM.

Компания Litemax, один из ведущих производителей дисплеев для систем общественного транспорта, разработала новый дисплей для PIS-систем. PIS или Public Information System – это совокупность дисплеев, компьютеров и других модулей, необходимых для отображения информации в вагонах поездов, автобусов и трамваев.



Для облегчения интеграции Litemax разрабатывает единые устройства, сочетающие в себе дисплей и специальный компьютер. Одной из новинок в этом сегменте стала модель IPPS-4355-SDM1.

Модель построена на основе полоскового дисплея с диагональю 43,5". Внутри работает не обычный компьютер, привычный для такого форм-фактора, а модуль Intel SDM. SDM (Smart Display Module) – это новая разработка Intel для информационных систем, оптимизированная для передачи изображения с высоким разрешением и удобная в обслуживании.

Краткие характеристики IPPS-4355-SDM1:

- диагональ 43,5";
- формат экрана 16:3;
- разрешение 3840x540;
- яркость 1000 кд/м²;
- процессор Intel Celeron N3350;
- память 4 ГБ DDR4/32 ГБ eMMC.

Образцы IPPS-4355-SDM1 будут доступны в апреле 2019 года.

www.prochip.ru

Тел.: (495) 232-2522 доб. 11685

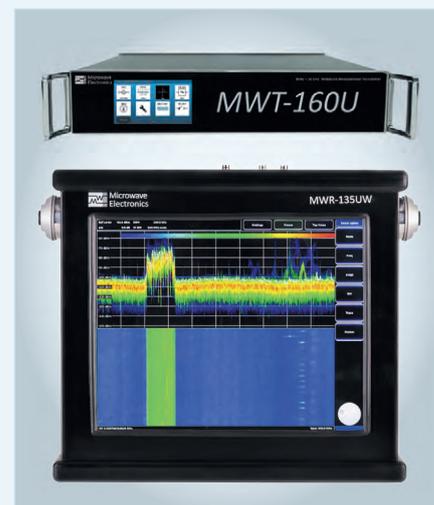
Новые опции векторного генератора и измерительного приёмника высшего класса отечественного производства

На выставке «ЭкспоЭлектроника 2019» ООО «Микроволновая Электроника» представит новые возможности выпускаемого оборудования:

- измерительный приёмник **MWR-135UW** получил опции широкополосной демоду-

ляции (в полосе до 260 МГц), встроенную акустическую систему и выход Line out;

- векторный генератор сигналов **MWT-160U** – увеличенную выходную мощность в верхнем диапазоне частот. Основные преимущества векторного генератора MWT-160U:
 - генерация сигналов произвольной формы с полосой до 560 МГц в диапазоне частот 8 кГц – 16 ГГц;
 - выходная мощность до 2 Вт;
 - фазовый шум –140 дБн/Гц на отстройке 10 кГц от несущей 1 ГГц;
 - ультранизкие искажения <–81 дБн;
 - интерфейс ввода данных 10 Гбит/с Ethernet SFP+, позволяющий осуществлять передачу данных в режиме реального времени через радиоканал на гигабитных скоростях.



Основные преимущества измерительного приёмника MWR-135UW:

- максимальная полоса анализа спектра реального времени и демодуляции: 260 МГц;
- скорость сканирования 58 ГГц/с;
- фазовый шум –140 дБн/Гц на отстройке 10 кГц от несущей 1 ГГц;
- чувствительность –166 дБм/Гц, динамический диапазон 153 дБ;
- полоса разрешения (RBW) 0,1 ГГц;
- интерфейс вывода данных со скоростью 10 Гбит/с Ethernet SFP+ для передачи сигналов в режиме реального времени на устройство хранения или систему обработки;
- 17" графический сенсорный дисплей для подробного исследования сигналов;
- опция измерения фазовых шумов;
- опция анализа сигналов со всеми априорно неизвестными параметрами.

www.mwel.ru

Тел.: (495) 137-5335

СРС307 – ВТОРОЕ ДЫХАНИЕ СУПЕРБЕСТСЕЛЛЕРА

Встраиваемая процессорная плата СРС307 формата PC/104-plus хорошо известна российским разработчикам и системным интеграторам. Благодаря совокупности достоинств – компактности, малому энергопотреблению, широкому функционалу, надёжности – это изделие Fastwel уже 8 лет бьёт рекорды продаж.

Для поддержания «истории успеха» был проведён редизайн модуля, исключивший из комплектации устаревшие компоненты. В результате удалось не только продлить жизненный цикл СРС307 на обозримую перспективу, но и добиться существенно снижения стоимости для потребителей. При этом модуль полностью сохранил свои технические характеристики.

В нынешние непростые времена дополнительную привлекательность изделию придаёт тот факт, что его ключевой компонент – система на кристалле Vortex86DX – свободна от санкционных рисков, так как разработана и производится на Тайване. Vortex86DX имеет хорошо знакомую рос-

сийским разработчикам архитектуру x86 и низкое энергопотребление (не более 5 Вт на всю плату, типовое значение – 3 Вт). Модуль поддерживает популярные операционные системы Linux 2.6, QNX 6.4, MS DOS 6.22, FreeDOS, Windows CE 5.0.

Также немаловажным преимуществом для российских разработчиков систем автоматизации является полноценная поддержка в СРС307 шины ISA, под которую до сих пор производится большое количество периферийных модулей.

Надёжность изделия обеспечивается гальванической изоляцией важнейших интерфейсов: двух портов CAN2.0b и двух COM-портов. Также на модуле присутствуют сетевой интерфейс 10/100Base-T Fast Ethernet, дополнительные 4 COM-порта, 4 USB и старый добрый LPT. Напаянный твердотельный диск позволяет минимизировать объём и вес конечного устройства. На снижение веса оказывает влияние практическое отсутствие радиатора.

Модуль СРС307 предназначен для использования в промышленных и бортовых системах, работающих в жёстких условиях



эксплуатации, в том числе в промышленном диапазоне температур $-40...+85^{\circ}\text{C}$ или $-50...+90^{\circ}\text{C}$ (исполнение 05). Даже на верхних границах диапазона температур не требуется принудительное охлаждение.

Под проект возможно предоставление образцов на тестирование.

www.fastwel.ru
Тел.: (495) 234-0639



Акционерное общество

ЭРКОН

Научно-производственное объединение

Разработка и производство постоянных непроволочных резисторов, СВЧ резисторов, поглотителей и чип-индуктивностей.

- Современная производственная база
- Высокое качество
- Индивидуальный подход к потребителю

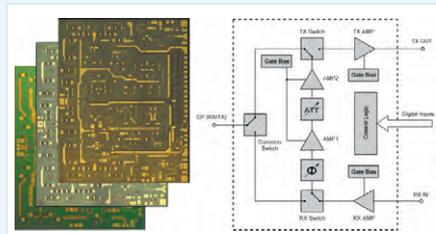
603104, г. Нижний Новгород, ул. Нартова, д.6,
помещение ПЗ, этаж 2, офис 204
тел. (831)202-24-34 (многоканальный)
(831)202-25-52 отдел продаж (многоканальный),
www.erkon-nn.ru,
e-mail: info@erkon-nn.com

Реклама

ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

МИС УПРАВЛЕНИЯ АМПЛИТУДОЙ И ФАЗОЙ СИГНАЛА X-ДИАПАЗОНА ОТЕЧЕСТВЕННОЙ РАЗРАБОТКИ

ООО «Питер Софт» (г. Нижний Новгород) представляет монолитные интегральные схемы (МИС) управления амплитудой и фазой сигнала отечественной разработки (Core Chip в иностранной терминологии), предназначенные для применения в телекоммуникационных и радиолокационных приложениях X-диапазона частот.



Микросхемы имеют 3-портовую конфигурацию и содержат переключатели режимов RX/TX, 6-разрядный фазовращатель, 5-разрядный аттенюатор, а также четыре буферных усилителя. Интегрированный драйвер управления имеет параллельную загрузку команд, что позволяет независимо изменять состояния фазовращателя и аттенюатора.

Для получения технических описаний МИС управления амплитудой и фазой сигнала линейки AP00X, образцов кристаллов, а также иной информации о продуктах обращайтесь в ООО «Питер Софт».

Предусмотрена возможность контрактной разработки микросхем данного класса, если технические параметры представленных продуктов не соответствуют требованиям заказчика.

avk.design.team@gmail.com
Тел.: (831) 416-8191

ПРЕЦИЗИОННЫЕ ДАТЧИКИ ДАВЛЕНИЯ И ВЛАЖНОСТИ BPS BOURNS

Компания Bourns Sensors & Controls объявила о выпуске новой линейки датчиков измерения параметров окружающей среды, производимых по MEMS-технологии.

На данный момент в линейку прецизионных датчиков (PBS – Bourns Precision Sensors) вошли три модели для измерения давления (BPS110/120/130) и одна модель для измерения влажности (BPS230).

BPS-датчики разработаны для удовлетворения требований, предъявляемых в таких областях промышленности, как промышленный контроль, энергетика, системы управления зданием, медицинские приборы, военная и авиационная техника. Эти требования относятся к высокой точности

и чувствительности, долгосрочной надёжности, высокой температуре, рабочему диапазону и совместимости с агрессивными средами.



Датчики давления BPS110 и BPS120 поддерживают чрезвычайно точные измерения сверхнизкого давления. Это полностью калиброванные и компенсированные датчики с хорошей долгосрочной стабильностью и повторяемостью.

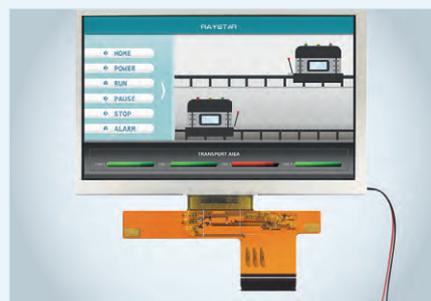
Датчики давления BPS130 отличаются хорошей совместимостью с агрессивными средами и допускают эксплуатацию при высоких температурах с высокой точностью.

Датчики Bourns серии BPS производятся по уникальной технологии, которая позволяет гарантировать стабильную работу датчиков в таких условиях эксплуатации, где другие компоненты отказывают. BPS-датчики отличаются сверхнизким диапазоном измерений от 0,1 до 1 PSI и широким диапазоном температур –40...+150°C.

info@platan.ru
Тел.: (495) 970-0099

Новый 7" TFT-дисплей от Raystar с промышленным диапазоном температур

АО «Компонента» – официальный дистрибьютор Raystar – сообщает о выходе нового 7" TFT-дисплея с промышленным диапазоном температур, повышенной яркостью и широким углом обзора.



Основные характеристики RFF700A4-AWH-DNN 7":

- размер 7";
- разрешение 800×RGB×480 (TFT);
- яркость 1000;
- габариты 165,8×106,61×6,5 (В×Ш×Г), мм;
- активная область экрана 152,40×91,44 мм;

- интерфейс 24-битный RGB;
- контроллер NT51632T + NT52601TT;
- углы обзора 85/85/85/85°;
- рабочая температура –30...+80°C;
- температура хранения –40...+90°C;
- соотношение сторон 16:9;
- тип подсветки: светодиодная;
- сенсорная панель отсутствует.

www.komponenta.ru
Тел.: (495) 150-2-150

ПРЕЦИЗИОННЫЙ ТЕРМОСТАТИРОВАННЫЙ КВАРЦЕВЫЙ ГЕНЕРАТОР ГК345-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 термостатированный кварцевый генератор ГК345-ТС для поверхностного монтажа, отличающийся уникальной стойкостью к воздействию специальных факторов.



Габаритные размеры: 61×45×20 мм.

Номинальная частота генератора составляет 16 МГц.

Температурная нестабильность в интервале температур от –10 до +45°C – не более $\pm 1,0 \times 10^{-7}$.

Долговременная нестабильность не превышает $\pm 1,5 \times 10^{-7}$ за первый год работы.

Генератор характеризуется сравнительно высокой стойкостью к механическим воздействиям. Например, выдерживает механический удар одиночного действия, направленный вдоль одной из осей, до 500g и до 150g вдоль двух других.

Для работы генератора необходимы два источника питания с напряжением 3,3 и 27 В.

Диапазон рабочих температур при эксплуатации –10...+60°C.

Прибор выпускается с приёмкой «5» в соответствии с ТУ 6329-121-07614320-13.

ТУ предоставляется по запросу.

Подробную информацию об этих генераторах и других приборах производства АО «Морион» можно получить у специалистов на выставке «ЭкспоЭлектроника 2019» (стенд А827).

www.morion.com.ru
Тел.: (812) 350-7572, 350-9243



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



Электроника Транспорт 2019

13-я специализированная выставка электроники и информационных технологий для пассажирского транспорта и транспортной инфраструктуры



14-16 МАЯ, МОСКВА
КВЦ «СОКОЛЬНИКИ»
WWW.E-TRANSPORT.RU

ТЕСТПРИБОР

ИСПЫТАНИЯ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ ПЛЕСНЕВЫХ ГРИБОВ

ИСПЫТАНИЯ ПРОВОДЯТСЯ В СООТВЕТСТВИИ
С ГОСТ 9.048, ГОСТ 20.57.416 И ГОСТ 20.57.305

■ **ИСПЫТАНИЯ** проводятся с целью определения способности электронной компонентной базы, а также радиоэлектронной аппаратуры или их отдельных сборочных единиц и деталей противостоять росту грибов.

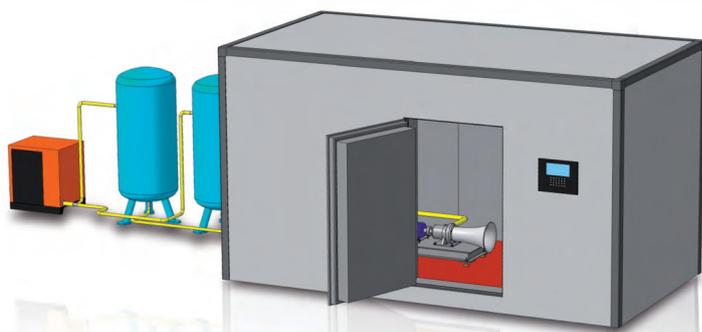
■ **СУЩНОСТЬ ИСПЫТАНИЯ** заключается в том, что образцы, очищенные от внешних загрязнений, заражают водной суспензией спор грибов и выдерживают в условиях, оптимальных для их развития.



ИСПЫТАНИЯ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ АКУСТИЧЕСКОГО ШУМА

ИСПЫТАНИЯ ПРОВОДЯТСЯ В СООТВЕТСТВИИ
С ГОСТ 20.57.416 И ГОСТ 20.57.305

ТЕСТПРИБОР



- Диапазон частот 50 – 10000 Гц
- Максимальный уровень звукового давления – 160 дБ

■ **ИСПЫТАНИЯ** проводятся с целью определения способности аппаратуры и электронной компонентной базы выполнять свои функции и сохранять свои параметры в пределах норм в условиях воздействия акустически наводимой вибрации.

■ **УСЛОВИЯ ИСПЫТАНИЙ** аппаратуры характеризуются средним уровнем звукового давления вокруг испытываемого объекта, уровнем звукового давления в октавных полосах частот в одной из контрольных точек, разницей суммарных уровней в контрольных точках и длительностью испытаний.

HARTING и промышленный интеллект на HANNOVER MESSE 2019

Ольга Романовская (romanovskaya@prochip.ru)

С 1 по 5 апреля 2019 года объектом пристального внимания технических специалистов, промышленных и производственных компаний всего мира станет международная ярмарка HANNOVER MESSE, которая в этом году проводится под девизом «Промышленный интеллект» и где будет сделан акцент на данном тренде при ключевой роли человеческого интеллекта.

«Промышленный интеллект» означает гораздо больше, чем просто искусственный интеллект и машинное обучение. «Говоря о преимуществах искусственного интеллекта, не следует думать, что он может обойтись без интеллекта человека, – совсем наоборот. Ответственность, креативность и лидерство – эти качества позволят людям продолжать играть самую главную роль в промышленности будущего», – говорит доктор Йохен Коклер, генеральный директор Deutsche Messe. Взаимодействие людей и машин будет одной из центральных тем выставки HANNOVER MESSE 2019, страной-партнёром которой в 2019 году станет Швеция – небольшая страна с большим потенциалом, родина таких известных компаний, как Ericsson, ABB, Tetra Pak, SKF. Сегодня Швеция является одним из главных европейских технических центров и домом для стартапов Spotify, iZettle, Klarna, King.

В рамках подготовки к апрельской выставке компания HARTING в сотрудничестве с HANNOVER MESSE организовала пресс-тур для журналистов из разных стран, где рассказала о самых ярких моментах предстоящего года и новых продуктах, которые специалисты смогут увидеть уже в апреле на стенде компании.

Пресс-тур открыла экскурсия в новый дизайн-центр в городе Радене. Этот производственный центр был создан для разработки и запуска всех новых продуктов. Значимая часть работы будет отводиться исследованиям, моделированию, тестированию и оценкам эффективности новых разработок. «Мы более универсальны и гибки, ближе к нашим заказчикам и, следовательно, быстрее выводим на рынок нашу продукцию и решения», – сообщил Уве Графф, член совета директоров, отвечающий за новые технологии и качество.

Второй день пресс-тура открылся приветствием генерального директора компании Филипа Хартинга, который дал краткий обзор последних направлений развития HARTING. В рамках следующих презентаций технические специалисты рассказали о ключевых новинках, которые будут представлены на стенде компании HARTING на предстоящей выставке.

Конечно же, посетители смогут увидеть разъём, предназначенный для передачи Ethernet по одной паре (SPE). Компания HARTING представит стандартизированный по IEC 61076-3-125 интерфейс разъёма и продемонстрирует первые серийные продукты, сделав шаг в качестве пионера Индустрии 4.0 от технологического тренда до реального применения и решения для конкретного заказчика. Данный разъём (см. рис. 1) обеспечивает передачу данных со скоростью 1 Гбит/с для более коротких расстояний, а также 10 Мбит/с для больших расстояний (1000 м и более) и имеет степень защиты IP20 или IP65/67.

Кроме того, компания обновила версии разъёмов M12 с технологией PushPull (см. рис. 2), предусматривающей быстрый способ фиксации кабельной части разъёма и компактный корпус для установки на приборную панель.



Рис. 1. SPE – разъём для передачи Ethernet по одной паре

Поиск подходящего общего стандарта для нового механизма блокировки M12 PushPull не заставит себя ждать, т.к. HARTING проводит огромную работу по созданию и внедрению новых стандартов совместно с другими компаниями и институтами. В скором времени появятся обновления МЭК 61076-2-010 и МЭК 61076-3-126, которые обеспечат комплексное решение для круглых разъёмов, применяемых в автоматизации.

В предыдущей версии M12 PushPull использовались выступающие внешние сопрягаемые поверхности розеток. HARTING впервые представил новый интерфейс для утопленных розеток на выставке SPS IPC Drives 2018. Розетки этого типа широко используются в автоматизации, они имеют внутренний замок фиксации кожуха и могут быть установлены заподлицо с приборной панелью. Миниатюризация является одним из ключевых требований сектора автоматизации и Индустрии 4.0.

Всё больше производителей промышленных технологий соединения полагаются на экономящие время концепции фиксации PushPull, которые просты в эксплуатации. Классическая винтовая блокировка круглого разъёма M12 всегда занимает большее количество времени для установки при сборке нескольких интерфейсов и требует применения специальных динамометрических ключей. Если проводить прямое сравнение M12 PushPull с традиционным винтовым замком, то новая технология блокировки может быть подключена примерно на 75% быстрее.

На выставке HANNOVER MESSE HARTING также представит новинку: Nan[®] 1A (см. рис. 3) – компактный и чрезвычайно прочный прямоугольный разъём, в котором установлено 12 кон-



Рис. 2. Обновлённая версия разъёма M12 с технологией PushPull



Рис. 3. Разъём Nan[®] 1A

тактов, предназначенных для передачи данных, сигналов и питания. Корпус выполнен из высокопрочного пластика, лёгок и занимает очень мало места при установке.

Учитывая модульную конструкцию разъёма и диапазон различных применений, он особенно подходит для использования в областях, где требуется питание для небольших приводов, датчиков и устройств. В транспортной области Nan[®] 1A может использоваться для подключения дверных приводов и систем доступа, а также освещения, громкоговорителей, информационных и индикаторных панелей, сигнальных ламп, акустических сигналов и стеклоочистителей.



Рис. 4. Концепт-кар microSnap

Также по уже сложившейся традиции HARTING совместно с компаниями Rinspeed и Kuka представит новый концепт-кар – microSnap (см. рис. 4). Смелость идеи данного электрокара состоит в том, что он является трансформером. Платформу Skateboard и верхний модуль Pod можно разрабатывать и совершенствовать независимо друг от друга, обеспечивая лишь совместимость. На Skateboard можно установить различные модули для перевозки пассажиров или мелких грузов. При этом шасси должно работать постоянно, за исключением времени, требуемого на подзарядку. Компания HARTING разработала разъём



Рис. 5. Разъём HARTING для зарядки электромобиля и робот Kuka

для быстрой зарядки (см. рис. 5). Робот Kuka подключает штекер HARTING, а также завершает процесс, когда уровень заряда аккумулятора достигнет нужной величины – транспортное средство снова готово к использованию через очень короткий промежуток времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пресс-релиз “HANNOVER MESSE: HARTING showcases new standards and solutions for intelligent infrastructure in the field”
2. Пресс-релиз “Trade journalists find out about HARTING’s latest products and solutions”



ЖАЖДА СКОРОСТИ

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

Pushing Performance

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

ДОСТУПНЫ КОРПУСА
БЫСТРОЙ ФИКСАЦИИ PUSH/PULL

ПОЛНОЕ ЭКРАНИРОВАНИЕ,
ЗАЩИТА ОТ ВИБРАЦИЙ, ПЫЛИ И ВЛАГИ

IP65 IP67

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

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

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

Кремниевая и арсенид-галлий-алюминиевая технология

Часть 13. Разработка устройств на базе 3D М ФЭФ М

Валерий Сведе-Швец (soo00es@mail.ru), Владислав Сведе-Швец, Максим Зиновьев (Москва)

В заключительной части статьи пойдёт речь о встраиваемой вычислительной платформе ФЭФ ВВП и построении на её основе многодатчиковых информационно-вычислительных и многопроцессорных систем на базе 3D М ФЭФ М и платформы MicroTCA OM.

Информационно-вычислительная система на функциональных модулях ОЭС с фотон-электрон-фотонными многоканальными связями

На рисунке 104 представлена информационно-вычислительная система на функциональных модулях ОЭС с фотон-электрон-фотонными многоканальными связями.

Состав функциональных модулей ОЭС с фотон-электрон-фотонными многоканальными связями:

- функциональный модуль ОЭС с процессорным и коммутационным ОЭ СБИС;
- функциональный модуль ОЭС с коммутационным ОЭ СБИС и интерфейсом связи с абонентом.

Принцип организации информационной многоканальной связи:

- передача информационных данных – цифроаналоговое электронно-фотонное кодирование;

- приём информационных данных – аналого-цифровое фотон-электронное декодирование.

На рисунке 105 представлена информационно-вычислительная кластерная система из восьми тесно связанных процессорных модулей с 256 удалёнными информационными абонентами.

ФЭ ВСТРАИВАЕМАЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА – ФЭФ ВВП

Встраиваемая вычислительная платформа ФЭФ ВВП предназначена для построения многодатчиковых информационно-вычислительных и многопроцессорных систем на базе 3D М ФЭФ М и платформы MicroTCA OM открытого стандарта MicroTCA.

Конструкция ФЭФ ВВП представляет собой встраиваемую многослойную плату форм-фактора 3U (181,5×73,5 мм) с 3 разъёмами QMS-052-01-SL-D-EM2-TR для установки функциональных 3D М ФЭФ М с соответствующими связями и

разъёмом для связи с модулями платформы MicroTCA.

Функциональными 3D М ФЭФ М являются 3D М ФЭФ М AC-X1, 3D М ФЭФ М AC-X2, 3D М ФЭФ М AC-X3, 3D М ФЭФ М BV.

Система связи между разъёмами QMS-052-01-SL-D-EM2-TR обеспечивает формирование соответствующей проблемно-ориентированной платформы путём установки 3D М ФЭФ М AC-X1, 3D М ФЭФ М AC-X2, 3D М ФЭФ М AC-X3, 3D М ФЭФ М BV.

Связь ФЭФ ВВП с модулем хост-ЭВМ платформы MicroTCA OM осуществляется по интерфейсу SRIO.

Разводка сигнальных цепей и цепей электропитания ФЭФ ВВП соответствует группе сигналов электропитания и информационным линиям платформы MicroTCA.

На рисунке 106 представлена структурная схема ФЭФ ВВП.

Оптические связи 3D М ФЭФ М организуются с помощью соответствующего соединения многоканальных оптических разъёмов ВОЛС. Оптическая система связи обеспечивает информационное подключение 3D М ФЭФ М между собой и с удалёнными датчиками.

3D М ФЭФ М ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ КОМПЛЕКСАМИ ТИПА СТАТКОМ

Статические компенсаторы реактивной мощности (СТАТКОМ) широко используются для решения различных проблем передачи и распределения электрической энергии, связанных с большими и быстрыми колебаниями реактивной мощности.

В СТАТКОМ система управления тиристорных (транзисторных) вентиля преобразует электрические импульсы управления тиристоров в световые и передаёт их на высокий потенциал посредством волоконно-оптических световодов, принимает контрольные световые импульсы с каждой тиристор-

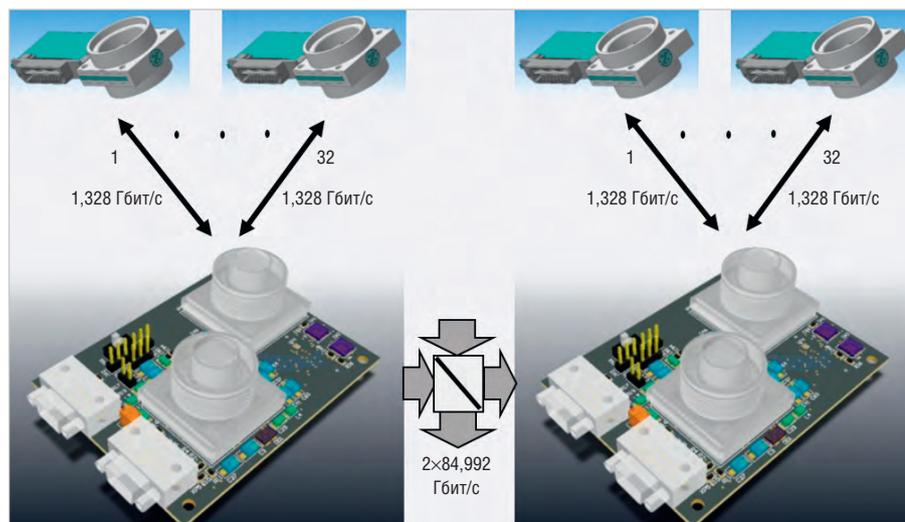


Рис. 104. Информационно-вычислительная система на функциональных модулях ОЭС с фотон-электрон-фотонными многоканальными связями

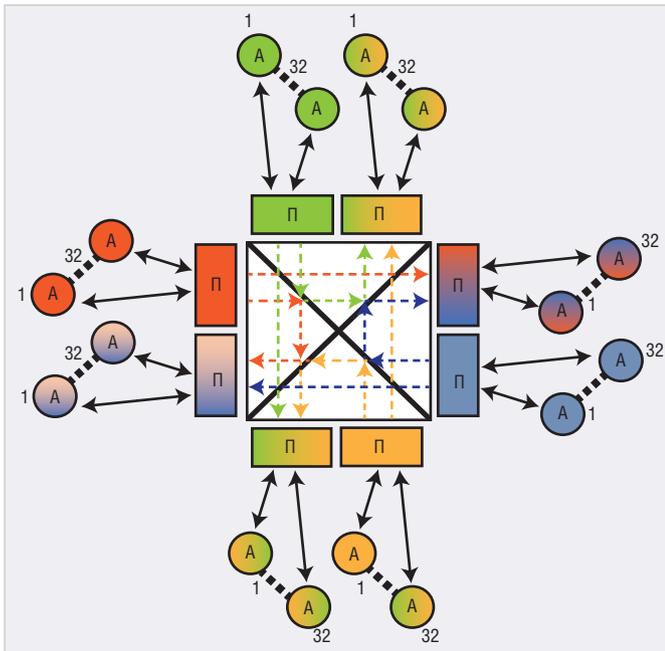


Рис. 105. Информационно-вычислительная кластерная система из 8 тесно связанных процессорных модулей с 256 удалёнными информационными абонентами

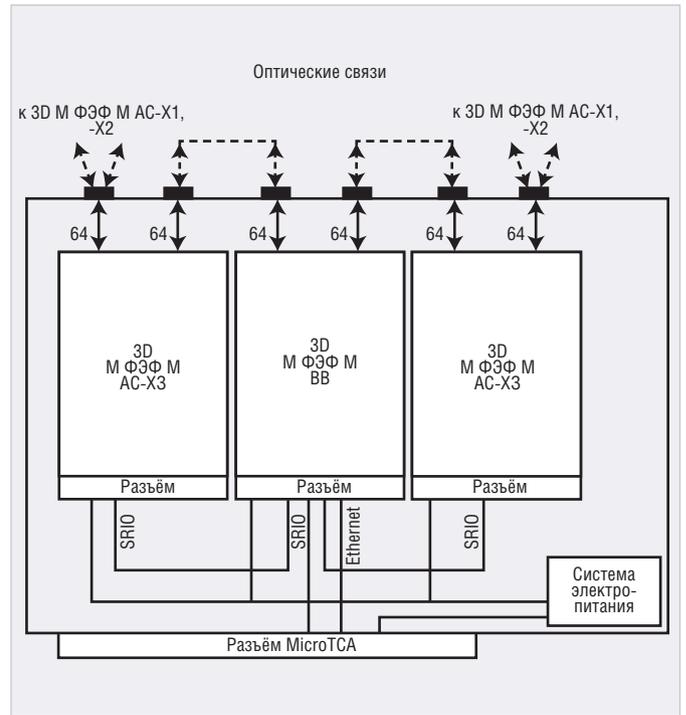


Рис. 106. Структурная схема ФЭФ ВВП

ной ячейки и регулирует количество и расположение отказавших тиристоров.

Например, система управления реализуется на базе специализированного контроллера, содержащего центральный процессор ADSP-2181 (командный цикл 25 нс), программируемую логическую матрицу XCS30-PQ240, FLASH-память AM29F040 (512 Кбайт), два последовательных канала передачи данных RS-232, быстродействующий канал 1 Мбод, жидкокристаллический графический дисплей и клавиатуру. Система управления состоит из 84 приёмников и передатчиков световых сигналов, 12 из которых предназначены для обмена сигналами с датчиками и приёмниками дискретной и оцифрованной аналоговой информации от объекта.

Оптоэлектронная информационно-вычислительная интеллектуальная система на базе 3D М ФЭФ М АС-Х2 позволяет более компактно и совершенно подключаться к драйверам управления сильноточными тиристорами/транзисторами, снимать показания с системных датчиков и обмениваться информацией по волоконно-оптическим каналам с оптоэлектронным вычислительным блоком обработки, управления и визуализации.

На рисунке 107 представлена структурная схема системы для СТАТКОМ. Технические характеристики:

- количество подключаемых драйверов управления сильноточными тиристорами/транзисторами – до 64;

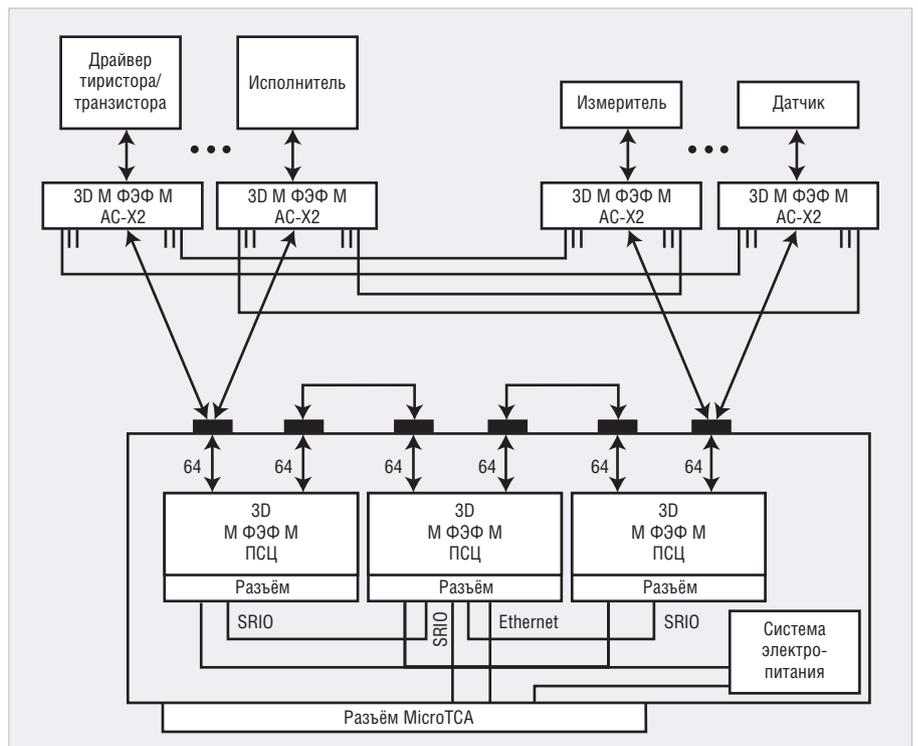


Рис. 107. Структурная схема для контроля и управления электроэнергетическими комплексами типа СТАТКОМ

- подключение драйверов к 3D МОЭМ АС-Х2 осуществляется с помощью АЦП/ЦАП или волоконных каналов;
- количество подключаемых системных датчиков – до 64;
- подключение датчиков к 3D МОЭМ АС-Х2 осуществляется с помощью АЦП/ЦАП или волоконных каналов. Производительность ФЭ ВВП эквивалентна производительности сиг-

нальных процессоров фирмы Texas Instruments в составе трёх процессоров TMS320C6455 производительностью 2,9 MIPS (млн инструкций в с/мВт) и одного процессора TMS320C6474 производительностью 4,0 MIPS.

Организация оптических связей между 3D МОЭМ АС-Х2 позволяет реализовать резервирование каналов связи. Масштабирование абонентских узлов

	Compact-Size (3HP)	Mid-Size (4HP)	Full-Size (6HP)
Одinarные модули	 73,8×13,88×181,5 мм	 73,8×18,96×181,5 мм	 73,8×28,95×181,5 мм
Двойные модули	 148,8×13,88×181,5 мм	 148,8×18,96×181,5 мм	 148,8×28,95×181,5 мм

Рис. 108. Примеры AdvancedMC-модулей

(драйверов, датчиков) осуществляется путём масштабирования ФЭ ВВП.

Модульная платформа MicroTCA OM многопроцессорных высокопроизводительных информационно-вычислительных систем на базе 3D M ФЭФ М

Многопроцессорная высокопроизводительная информационно-вычислительная система на базе 3D M ФЭФ М представляет собой систему на базе OM6040 или OM6120 фирмы Kontron, состоящую из MicroTCA, шасси с источником питания от сети переменного

тока и вентиляторами, а также базового набора AdvancedMC-модулей: MCH (коммутатор), CPU (процессор), HDD (накопитель) и плат 3D ФЭ ВВП, соответствующих формату (см. рис. 108).

Система OM6040 соответствует требованиям спецификаций AMC.1 версии R2, AMC.1 (PCI Express x4), AMC.2 (Ethernet), AMC.3 (SAS/SATA), AMC.4 (Serial Rapid IO), базовой спецификации MicroTCA версии R1.0 и спецификации IPMI 1.5.

Внешний вид систем OM6040 и OM6120 показан на рисунке 109.

3D ФЭФ многопроцессорная высокопроизводительная система состоит из:

- шасси с источником питания от сети переменного тока и вентиляторами;

- коммутатора MicroTCA MCH с GbE и PCIe/SRIO;
- процессорного AMC-модуля AM4100 (Freescale PowerPC MPC8641D (1,5 ГГц) с загрузочной флеш-памятью 32 Мбайт и поддержкой CompactFlash до 1 Гбайт);
- MC-модуля AM4500 с жёстким диском SATA;
- предустановленной ОС Linux 2.16 (Windriver) либо ОС VxWorks;
- 3D M ФЭФ М встраиваемых плат соответствующей проблемной ориентации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанные ООО «ОЭС» технология и устройства на базе 3D M ФЭФ М соответствуют концепции развития технологической платформы «Фотоника» по направлению «Оптоэлектроника – элементы и узлы, оптоинформатика и узлы».

Авторы готовы к сотрудничеству с заинтересованными сторонами в развитии данного научно-технологического направления и могут выполнить соответствующие прикладные проекты на базе разработанных 3D M ФЭФ М.

Работы выполнялись при частичной финансовой поддержке в рамках ФЦП «Национальная технологическая база» на 2002–2006 годы, ФЦП «Развитие электронной компонентной базы и радиоэлектроники» на 2008–2015 годы.

Соисполнителем работ в части разработки и изготовления 3D ФЭ СБИС VCSEL являлся Научно-технологиче-

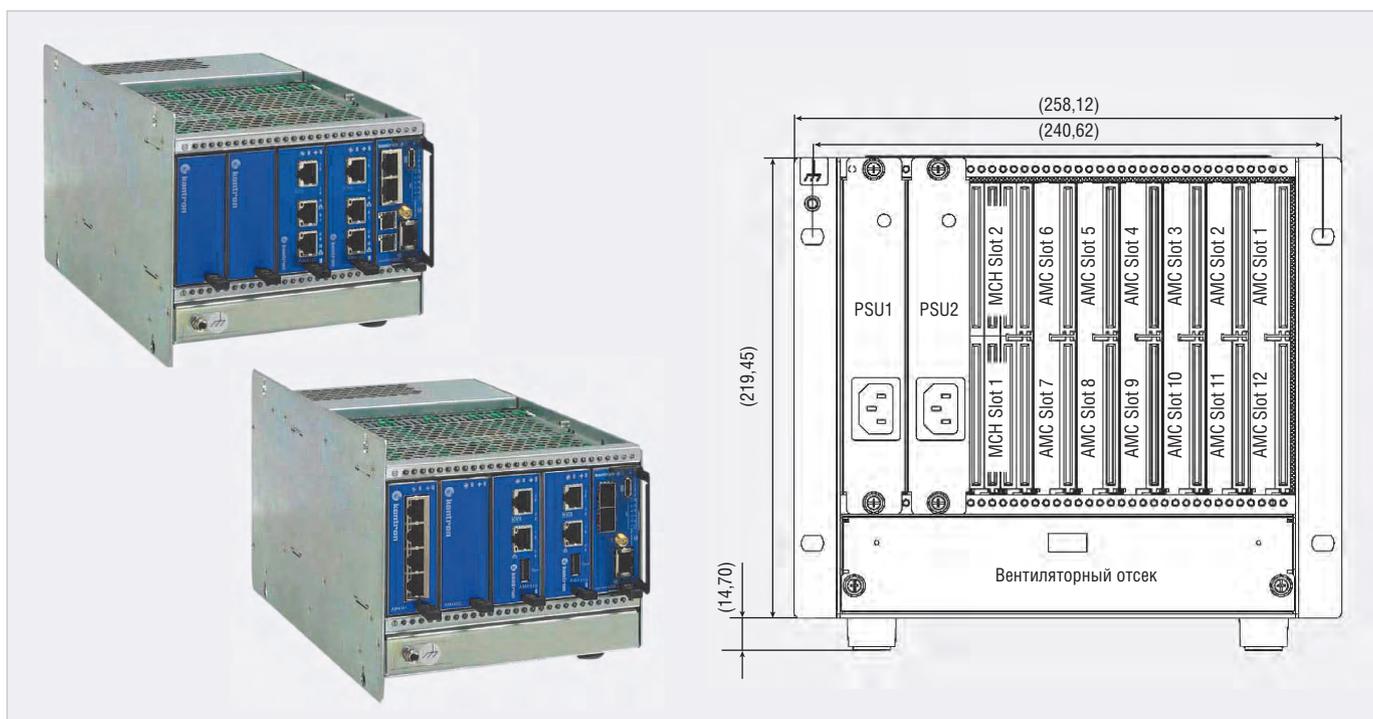


Рис. 109. Внешний вид систем OM6040 и OM6120

ский центр микроэлектроники и субмикронных гетероструктур при Физико-техническом институте им. А.Ф. Иоффе РАН (НТЦ микроэлектроники при ФТИ им. А.Ф. Иоффе, г. Санкт-Петербург).

Соисполнителями работ в части разработки и изготовления 3D ФЭ СБИС М А/Ц являлся ЗАО «ПКК Миландр» (г. Москва).

ЛИТЕРАТУРА

1. Фотоника. / Под ред. М. Еленсона. – М.: Мир, 1985.
2. *Валях Е.* Последовательно-параллельные вычисления. – М.: Мир, 1985.
3. Системы параллельной обработки. / Под ред. Д. Ивенс. – М.: Мир, 1985.
4. *Sterling T., Messina P., Smith P.H.* Enabling Technology for Petaflops Computing. Published by Massachusetts Institute of Technology (MIT). 1995.
5. СБИС для распознавания образов и обработки изображений. – М.: Мир, 1998.
6. *Иванов А.Б.* Волоконная оптика. Компоненты, системы передачи, измерения. – М.: SYRUS SYSTEMA. 1999.
7. Активные фазированные антенные решетки. / Под ред. Д.И. Воскресенского. – М.: Радиотехника, 2004.

8. *Кун С.* Матричные процессоры на СБИС. – М.: Мир, 1991.
9. *Морозов В.Н.* Оптоэлектронные матричные процессоры. Массовая б-ка инженера «Электроника». – М.: Радио и связь. 1986.
10. *Одинокоев С.Б., Петров А.В.* Анализ точностных параметров опτικο-электронного матрично-векторного процессора обработки цифровой информации. Квантовая электроника, 22. 1995 № 10.
11. *Забулонов М.И., Иванов П.А., Евтихи-ев Н.Н., Каменский А.В., Стариков Р.С., Шевчук А.В.* Разработка оптических вычислителей в виде гибридных микросхем и микромодулей: компьютерное моделирование и экспериментальное макетирование. Научкоёмкие технологии. 2005 № 5.
12. *Пантелейчук А.* Цифровые сигнальные процессоры Texas Instruments для мультимедийных приложений. Компоненты и технологии. 2007. № 9.
13. Оптические вычисления. / Под ред. Р. Арратуна. – М.: Мир, 1993.
14. *Малеев Н.А., Кузьменков А.Г., Шуленков А.С., Блохин С.А., Кулагина М.М., Задиранов Ю.М., Тихомиров В.Г., Гладышев А.Г., Надточий А.М., Никитина Е.В., Lott J.A., Сведе-Швец В.Н., Леденцов Н.Н.,*

Устинов В.М. Матрицы вертикально излучающих лазеров спектрального диапазона 960 нм. Физика и техника полупроводников. 2011. Том 45. Вып. 6.

15. Впервые в истории создан фотонный процессор, готовый к запуску в серию. Snews. 24.12.2015.
16. *Сведе-Швец В.Н., Сведе-Швец В.В.* Комплекс принципов и аппаратно-программных средств ввода, преобразования, обработки, хранения, коммутации и передачи пространственно-временной многоканальной информации с 3D-архитектурой. Приложение к журналу «Информационные технологии». 2008. № 3.
17. *Агрич Ю.В.* Быстродействующий аналого-цифровой преобразователь и способ его калибровки. Патент РФ № 2341017, 10.04.2008 г, пр. 29.09.2006 г.
18. *Агрич Ю.В.* Дифференциальный компаратор с выборкой входного сигнала. Патент № 2352061, 10.04.2009 г., пр. 11.02.2008 г.
19. *Павлов А.М.* Принципы организации бортовых вычислительных систем перспективных летательных аппаратов. Мир компьютерной автоматизации. 2001. № 4.





ETHERNET-ТРАНСФОРМАТОРЫ

с поддержкой PoE+







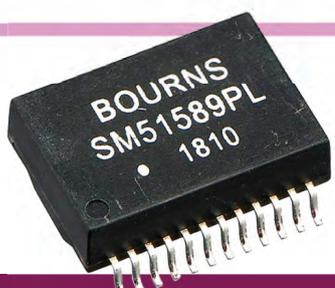









Reliable Electronic Solutions



- Стандарт 10/100/1000 Base-T
- Передача данных и питания по одной витой паре одновременно
- Ток, передаваемый в нагрузку до 0,72 А
- Коэффициент преобразования 1:1
- Вносимые потери -1дБ макс.
- Усиленная изоляция 5 кВ



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

Реклама



**TESTING
DAYS**
MOSCOW

Тематическая выставка –
форум систем и технологий
для автомобильных и авиационных
испытаний и тестирования

Одновременно с
Control Days.Moscow



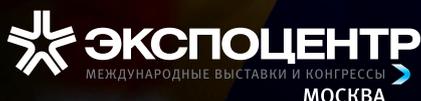
МОСКВА
Экспоцентр

2-4
апреля
2019

Акустика Ударные стенды
Пробоподготовка Аэродинамика
Мультиметры Телеметрия
Многоканальные измерительные системы
Анализаторы сигналов ЭМС
Испытания космических средств выведения
Испытательное моделирование
Испытания авиационных систем
Климатические испытания
Сенсорная измерительная аппаратура
Испытания автомобилей Виброиспытания
Моделирование ЛА Летные испытания
Механические испытания



При поддержке:



#testingdays_moscow

+7 (495) 78-601-78

www.testingdays.moscow

Реклама

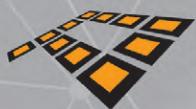


ПАТРОНАЖ ТПП РФ

17-19

СЕНТЯБРЯ 2019

КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»



powered by
productronica

Radelexpo

XIX МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА РАДИОЭЛЕКТРОНИКА & ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

- ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ И КОМПЛЕКТУЮЩИЕ
- ПЕЧАТНЫЕ ПЛАТЫ И ДРУГИЕ НОСИТЕЛИ СХЕМ
- СВЕТОДИОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
- РАЗРАБОТКА И ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ
- РОБОТОТЕХНИКА

- КОНСТРУКТИВЫ
- МАТЕРИАЛЫ
- ТЕХНОЛОГИИ
- ПРОМЫШЛЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТЫ
- КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

ОРГАНИЗАТОР МЕЖДУНАРОДНОГО ПАВИЛЬОНА:



ООО «Мессе Мюнхен Рус»

Messe München

ОРГАНИЗАТОР ВЫСТАВКИ:



FarEXPO **FE**[®]

PROFESSIONAL BUSINESS & CONSUMER ORGANIZER

radelexpo.ru

(812) 777-04-07



Реклама

Датчики газа от GSS, или Как стартапу попасть на МКС



Александр Бекмачев (bae@favorit-ec.ru)

В статье представлены особенности инновационных датчиков углекислого газа и история успеха компании GSS, которая за 10 лет прошла путь от стартапа до поставщика электронных компонентов для работы на международной космической станции.

ВВЕДЕНИЕ

Компания Gas Sensing Solutions Ltd (GSS) является примером успешного и интенсивно развивающегося предприятия нового типа. Компания начала свою деятельность с чистого листа и поначалу имела в своём активе только идею продукта, который оказался востребован сразу в нескольких отраслях.

GSS ведёт свою историю со стартапа, созданного в Шотландии (Великобритания) в 2006 году. В отличие от других соискателей, команда инноваторов смогла убедить экспертов инвестиционного фонда в состоятельности и перспективности своего проекта и получила средства на опытно-конструкторские работы и коммерциализацию их результатов. Вторым инвестором выступило национальное агентство экономического развития при правительстве Шотландии, созданное для поощрения предпринимательства, инноваций и инвестиций в бизнес.

За счёт полученных инвестиций к 2008 году было организовано производство и получен патент на первое поколение новаторских бездисперсных датчиков углекислого газа на базе светодиодов среднего инфракрасного диапазона. Через два года компания уже

располагала собственным сборочным производством, что позволило наладить серийный выпуск датчиков второго поколения – линейки CozIR® с пониженным в 50 раз энергопотреблением по сравнению с аналогичными инфракрасными датчиками CO₂. К 2011 году продукция GSS поставлялась в 46 стран, а официальная дистрибьюторская сеть охватывала наиболее ёмкие рынки – США, Японию, Китай.

Следующим шагом стала организация полного производственного цикла на территории предприятия. Для этого год спустя было профинансировано создание собственного полупроводникового производства для изготовления ключевого элемента датчика – инфракрасного светодиода с заданными характеристиками. После запуска полный производственный комплекс получил сертификат ISO 9001:2015. Результатом технического перевооружения предприятия стал выпуск в 2013 году датчиков третьего поколения, лучших в своём классе: с максимальной скоростью реакции на изменение концентрации анализируемого газа, с минимальным энергопотреблением и с длительным жизненным циклом. Потребителям были предложены быстродействующие дат-

чики линейки SprintIR® и стойкие к механическим воздействиям датчики ExplorIR®.

Кроме множества национальных и международных наград за передовые технические решения и успехи в предпринимательстве, в 2016 году компания к своему 10-летию получила совершенно особенный подарок. Космическое агентство NASA приняло решение о применении датчиков GSS в портативных индивидуальных приборах контроля состояния здоровья и параметров жизнедеятельности астронавтов на борту МКС (см. рис. 1).

Принцип действия, конструкция и особенности датчиков

Установлено, что молекулы CO₂ характеризуются специфическим поглощением инфракрасного излучения с длиной волны 4,2–4,4 нм. По степени поглощения излучения с нормированной мощностью (интенсивностью) можно судить о концентрации газа в анализируемом объёме. Таким образом, по изменению мощности сигнала, регистрируемого фотоприёмником, определяются как присутствие, так и объёмная доля молекул контролируемого вещества (см. рис. 2). Этот принцип анализа называется недисперсионным поглощением инфракрасного излучения – NDIR.

Использование в чувствительном элементе инфракрасного светодиода вместо традиционной миниатюрной лампы накаливания даёт целый ряд преи-



Рис. 1. Персональный мониторинг состояния астронавта с датчиком GSS

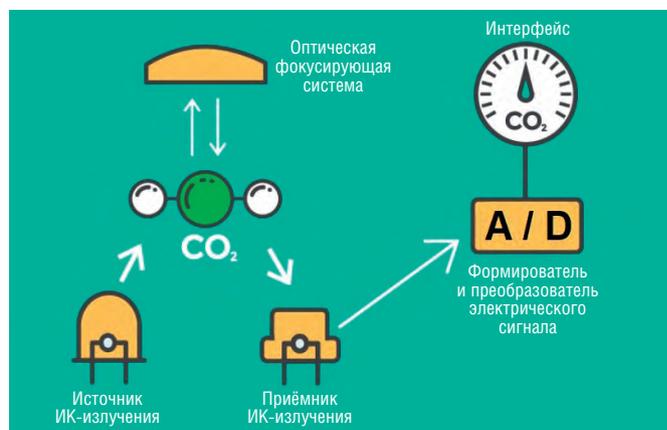


Рис. 2. Принцип действия датчика типа NDIR

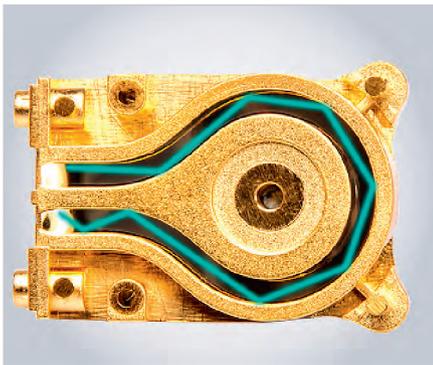


Рис. 3. Вариант конструкции NDIR-датчика

муществ. Помимо экономии объёма и уменьшения размеров датчика, снижается потребляемая устройством мощность с 50–200 до 3 мВт, сокращается время до первого измерения после включения с 10 мин до 1,2 с и уменьшается требуемая мощность на единичный замер с 1000–4000 до 6 мДж. Использование светодиода также существенно снижает дрейф нуля, а это позволяет отказаться от регулярной калибровки по образцовому газу, радикально снижает эффект старения и значительно увеличивает вибрационную устойчивость и ударную прочность датчика.



Рис. 4. Три линейки датчиков углекислого газа компании GSS

Один из вариантов конструкции датчика углекислого газа от компании GSS на примере модели CozIR®-LP приведён на рисунке 3. Датчик показан с удалённой крышкой камеры, через которую прокачивается анализируемый воздух. Ход лучей от источника к приёмнику условно изображён ломаной линией.

В настоящее время GSS предлагает три линейки датчиков углекислого газа (см. рис. 4):

1. CozIR® – датчики с исключительно малым энергопотреблением для систем с батарейным питанием и портативных мо-

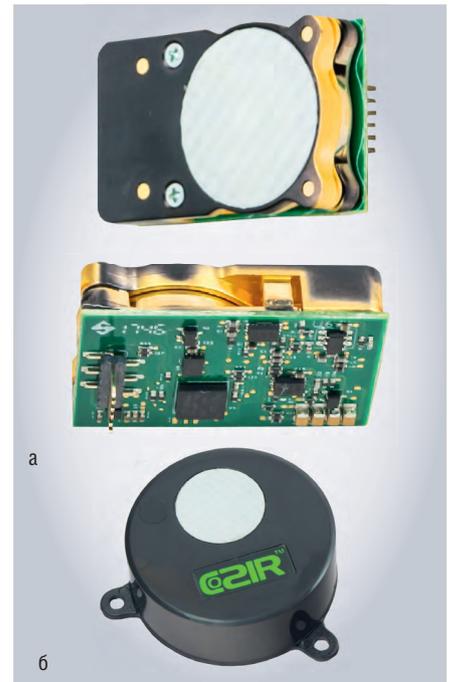


Рис. 5. Датчики CozIR® со сверхнизким энергопотреблением: а) CozIR®-LP; б) CozIR®-A

бильных устройств (см. рис. 5). Требуемая для работы мощность до 50 раз меньше, чем у типичных ИК-датчиков других производителей

МЫ РАСТИМ БУДУЩЕЕ...

ЭЛЕКТРОННАЯ КОМПАНИЯ Фаворит-ЭК

STÄUBLI APSEMI ИНТЕГРАЛ EBL ЭЛЕКТРОМАШИНЫ АУКЦИОН

GSS АЕДОН КЕ-СИСТЕМЫ TDK-Lambda SEDA ELECTRONICS Great River Technology

ChipSTAR АО ГАВРОПОЛИТКА ИНТЕГРАЦИОННЫЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО СИСТЕМ Microsemi Maxwell TECHNOLOGIES Eltrix АЭ АМИТРОН

BOVA 高導科技 MEGGITT CRANE INTERPOINT ED ЭЛЕКТРОДЕТАЛЬ

SAFRAN collibris sensorar ISR HiRel anadigm ПАО «ЗАВОД АТАЛАНТ»

美泰科技 MT Microsystems SGX SENSORTECH WOLFSPEED CREE ЭЛЕКТРОСВЕДИТЕЛЬ

amul Honeywell Glenair JDS ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ЗАВОД «СНЕЖЕТЬ»

United Monolithic Semiconductors ИНЕРЦИАЛЬНЫЕ ДАТЧИКИ Лаборатория Микроприборов Civita Group

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ

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

Реклама

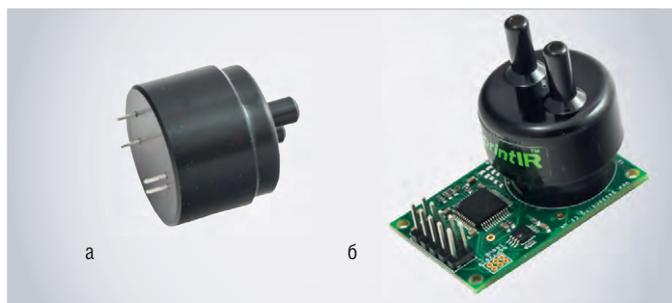


Рис. 6. Быстродействующие датчики SprintIR®: а) SprintIR®-6S; б) SprintIR®-W



Рис. 7. Устойчивые к влиянию внешних воздействующих факторов датчики ExplorIR®: а) ExplorIR®-M; б) ExplorIR®-W

Характеристики серийных датчиков углекислого газа GSS

Датчик	Диапазон измерений	Типичные применения	Потребляемая мощность, мВт	Время старта, с	Датчик температуры, влажности + аналоговый выход	Габариты (мм) и вес (г)	Точность
SprintIR®-W	0...5% 0...20% 0...100%	Здравоохранение, IoT, упаковка продуктов питания, транспорт, научные исследования	35	<30	По индивидуальному заказу	40×25×36,6 (Д×Ш×В); 15 (включая насадку)	±(70 ppm +5% показаний); для диапазона 0–100%: ±(300 ppm +5% показаний)
SprintIR®-6S					По индивидуальному заказу	23,8×24 (диам.×В); 10	±(70 ppm +5% показаний); для диапазона 0–100%: ±(300 ppm +5% показаний)
ExplorIR®-M	0...5% 0...20% 0...100%	Сельское хозяйство, упаковка продуктов питания, системы безопасности, здравоохранение, IoT, хранение пищи, холодильная техника, инкубаторы, водолазная техника, транспорт, авиация и космос	3,5	1,2	По индивидуальному заказу	20,9×18,05 (диам.×В); 5	±(70 ppm +5% показаний); для диапазона 0–100%: ±(300 ppm +5% показаний)
ExplorIR®-W					Стандартное исполнение	40×25×21,45 (Д×Ш×В); 15	±(70 ppm +5% показаний); для диапазона 0–100%: ±(300 ppm +5% показаний)
CoziR®-A	0...2000 ppm 0...5000 ppm 0...1%	Системы безопасности, приборостроение, контроль зданий и сооружений, автомобильная техника, упаковка продуктов, авиация и космос, отопление, вентиляция и кондиционирование, контроль жилых помещений, сельское хозяйство	3,5	1,2	Стандартное исполнение	43×17,25 (диам.×В); 20 (в корпусе)	±(50 ppm +3% показаний)
CoziR®-LP			3		По индивидуальному заказу	31×19,5×8 (Д×Ш×В); 5	±(50 ppm +3% показаний)

лей, что делает CoziR® пригодными для интеграции в беспроводные сети передачи данных ZigBee, Wi-Fi, LoRa, Bluetooth, SigFox, EnOcean. Области применения этих датчиков: системы безопасности, приборостроение, контроль зданий и сооружений, автомобильная техника, упаковка продуктов, авиация и космос, отопление, вентиляция и кондиционирование, контроль жилых помещений, сельское хозяйство.

2. **SprintIR®** – быстродействующие датчики для регистрации и передачи показаний в применениях и ситуациях с интенсивным воздухообменом (см. рис. 6). Эти датчики предназначены для использования в здравоохранении, IoT, упаковке продуктов питания, транспорте, научных исследованиях.
3. **ExplorIR®** – датчики, предназначенные для стабильной работы в жёстких и переменных условиях, включая

повышенное и пониженное атмосферное давление, крайние значения температуры и влажности (см. рис. 7). Изделия линейки ExplorIR® имеют подтверждённый уровень стойкости к механическим воздействиям:

- вибрационная стойкость 2,5g СКЗ для частот 5, 350, 500 Гц в случайном порядке;
- ударная прочность 70g (полусинус длительностью 6 мс, 15 периодов).

Малая потребляемая мощность позволяет применять такие датчики в системах с автономным питанием и в составе беспроводных сетей. Типичными областями применения этой продукции являются сельское хозяйство, упаковка продуктов питания, системы безопасности, здравоохранение, IoT, хранение пищи, холодильная техника, инкубаторы, водолазная техника, транспорт, авиация и космос.

Все датчики GSS питаются от источника постоянного тока напряжением

3,3...5,5 В и снабжены цифровым портом UART. Производитель откликается на требования потребителей и выпускает индивидуальные решения на базе стандартных изделий. В каждой линейке датчиков имеется модель, позволяющая подключать внешний датчик давления, температуры и, кроме того, оснащённая аналоговым выходом для передачи данных для последующей обработки.

В 2019 году представлена версия датчика CoziR®-LP с интерфейсом I²C для упрощения интеграции с микропроцессорными системами и расширения спектра возможного применения в различных отраслях.

В таблице сведена подробная информация о серийных датчиках углекислого газа от компании GSS.

ЛИТЕРАТУРА

1. www.gassensing.co.uk
2. www.favorit-ec.ru/catalog/gss/

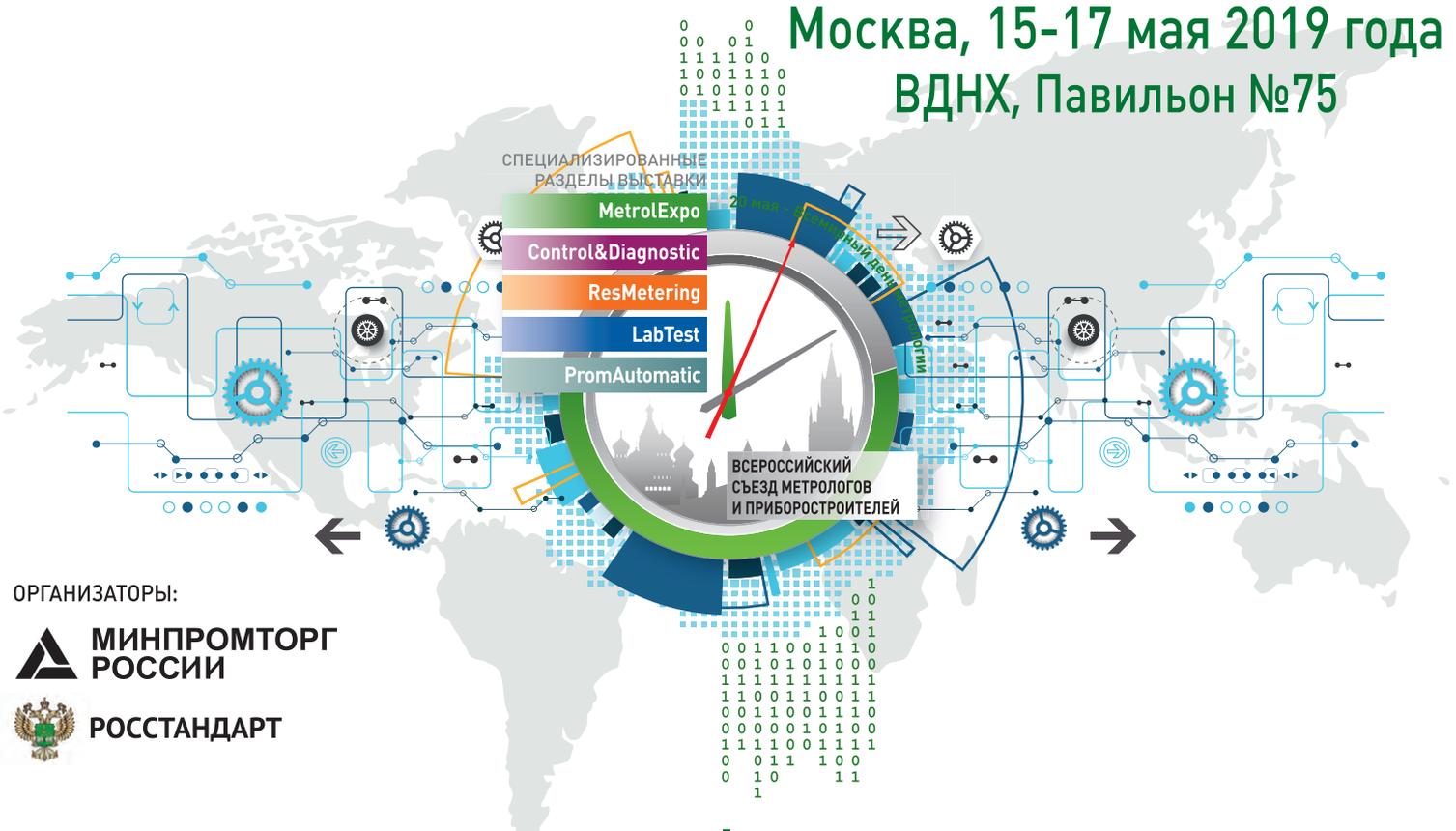


ГЛАВНОЕ СОБЫТИЕ В ОБЛАСТИ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ, ТОЧНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ, МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ

МОСКОВСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ИННОВАЦИОННЫЙ ФОРУМ

ТОЧНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ – ОСНОВА КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ

Москва, 15-17 мая 2019 года
ВДНХ, Павильон №75



ОРГАНИЗАТОРЫ:

 **МИНПРОМТОРГ
РОССИИ**

 **РОССТАНДАРТ**

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ

 **METROLEXP0**
МЕТРОЛОГИЯ, ИЗМЕРЕНИЯ И ИСПЫТАНИЯ

 **CONTROL&DIAGNOSTIC**
КОНТРОЛЬ И ДИАГНОСТИКА

 **LABTEST**
ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ

 **PROMAUTOMATIC**
ПРОМЫШЛЕННАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ

 **RESMETERING**
УЧЁТ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ

 **WEIGHT SALON**
ВЕСОВОЙ САЛОН

ЦИФРЫ И ФАКТЫ 2018 года:

Участники – 296 компаний из 24 стран мира

Посетители – 5046 специалистов
из 63 регионов России

Площадь экспозиции – 6870 м²

Приборы и оборудование – 2145 единиц

Мероприятия съезда – 25 секций

Докладчики – 84 чел.

Делегаты – 980 чел.



ДИРЕКЦИЯ ФОРУМА

Тел./Факс: +7 (495) 937-40-23

E-mail: metrol@expoprom.ru

Спешите забронировать стенд

www.metrol.expoprom.ru

Разъёмы M8: новое решение для промышленных сетей Ethernet и Profinet

Дирк Бунцель (Phoenix Contact GmbH & Co. KG)

Миниатюризация в промышленности предъявляет особые требования к используемому оборудованию и компонентам. Разъём M8 с новым типом кодировки удовлетворяет практически всем потребностям современного производства.

Миниатюризация промышленных устройств и оборудования – одна из важнейших современных тенденций по ряду причин. Более компактные системы занимают меньше места, при их производстве расходуется меньше материала, ниже транспортные расходы и другие эксплуатационные затраты.

Чтобы создать более компактное оборудование, инженеры должны учитывать компоненты, которыми снабжены почти все типы устройств, – внешние интерфейсы, в том числе разъёмы коммуникационных сетей. Следовательно, и разъёмы промышленных сетей должны стать одновременно более компактными, мощными и надёжными. Разработанный недавно разъём типоразмера M8 с новым типом кодировки D отвечает всем этим требованиям.

На рисунке 1 показан фрагмент производственного оборудования, где уже сегодня применяются разъёмы M8.

В промышленном оборудовании очень популярны круглые разъёмы. Их применение обеспечивает возможность создания блоков с защитными оболочками в соответствии со стандартом IEC 60529 или подобными требованиями, которые не нужно

помещать в дополнительный корпус, что только приводило бы к увеличению занимаемого пространства. Кроме того, эти разъёмы можно быстро и легко подключить извне без необходимости открывать устройство.

Версия M8 популярного разъёма типа M12 стала фактическим стандартом, в особенности для малогабаритных устройств: будучи на треть компактнее разъёмов M12, M8 унаследовали от них возможность применения в промышленном оборудовании и удобство подключения (см. рис. 2). Разъём M8 успешно используется во многих областях, будь то компактные датчики или источники питания небольших устройств. Но, поскольку промышленные сети всё чаще интегрируются в промышленное оборудование, разъёмы M8 должны обеспечивать решение и другой задачи: надёжно передавать пакеты данных сетевого трафика.

Следует отметить, что, в отличие от популярного типоразмера M12, для этой области применения до последнего времени не была предусмотрена специальная кодировка разъёмов. Поэтому многие пользователи в качестве решения для интегрирования устройств в

сеть перешли на 4-контактные разъёмы M8 со стандартной кодировкой. Хотя это и работоспособное решение, у него есть два недостатка.

Если к устройствам и питание, и коммуникационная сеть подключаются с помощью разъёмов M8 с A-кодировкой, это значит, что сетевой соединитель и разъём питания совместимы между собой. Следовательно, если маркировка разъёмов будет не замечена при выполнении соединений, то кабель питания может быть вставлен в гнездо данных, что приведёт к выходу устройства из строя.

Кроме того, разъём M8 с A-кодировкой, изначально предназначенный для подключения датчиков и небольших исполнительных устройств, имеет четыре контакта с асимметричным расположением, что не позволяет его неправильно подключить. Такое решение позволяет избавиться от очень маленьких ключей, аналогичных тем, которые обеспечивают защиту от неправильного подключения разъёмов M12 с симметричным расположением контактов. Однако асимметричное расположение контактов отрицательно сказывается на качестве передачи данных из-за влияния электромагнитных полей. Взаимные помехи между электрическими проводниками называются перекрёстными наводками на ближнем конце линии связи (near-end crosstalk – NEXT).

На практике соединения на основе разъёмов M8 для сетей Ethernet или



Рис. 1. Пример производственного оборудования, где сегодня востребованы разъёмы M8



Рис. 2. Миниатюризация кабельных разъёмов

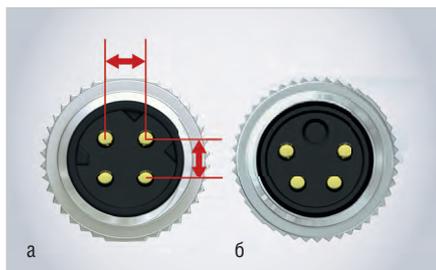


Рис. 3. Расположение контактов разъёма M8:

- а) симметричная схема с новой D-кодировкой;
б) применявшаяся ранее асимметричная схема

Profinet обеспечивают скорость до 100 Мбит/с, однако полностью требованиям к сетям категории CAT5/Class D не соответствуют. В этих линиях передачи может не быть достаточных резервов для компенсации таких факторов, как большая длина кабеля, электромагнитные наводки и другие виды помех. Это может привести к уменьшению скорости передачи ниже стабильных 100 Мбит/с, что станет причиной потери пакетов данных и приведёт к необходимости их повторной отправки. Результат – ненадёжное соединение.

До настоящего времени требуемая скорость передачи в промышленных сетях была ниже 100 Мбит/с, поэтому не было большой проблемой, если эта скорость не всегда достигалась. Однако объёмы передаваемых данных и, как следствие, требуемая скорость передачи в последнее время возрастают. Первые реализованные приложения Индустрии 4.0 показали, что для обеспечения высокого уровня гибкости производственных систем необходимо намного больше датчиков, чем раньше. Кроме того, объём собираемых данных, так же как и объём информации, к которой необходимо иметь доступ через централизованную базу данных, постоянно увеличивается. Поэтому все устройства, интегрированные в промышленную сеть, должны быть способны получать, обрабатывать и отправлять намного больше данных, чем прежде.

Выполнить эти требования можно только при наличии мощной и надёжной сети. Принцип Индустрии 4.0 для промышленной сети предполагает приближение к технологическому процессу как раз с помощью отдельных датчиков, интегрированных в сеть. Поскольку всё это должно быть реализовано в компактных станках и оборудовании, необходимо было найти способ оптимизации малогабаритных разъёмов типоразмера M8, чтобы они соответ-

ствовали требованиям перспективных систем.

Для устранения недостатков обычных разъёмов M8 была разработана система D-кодировки, которая нашла отражение в стандарте IEC 61076-2-114. Новая схема размещения контактов представляет собой четыре симметрично расположенных контакта (см. рис. 3). Каждые два контакта, расположенные напротив друг друга, образуют пару, к которой подключаются соответственно два противоположных провода кабеля со звёздной скруткой либо витая пара. Поскольку электромагнитные поля, создаваемые при пересылке или приёме данных, взаимно подавляются благодаря симметричному расположению контактов, исключается потеря пакетов из-за перекрёстных наводок на ближнем конце линии связи и гарантируется соблюдение всех требований сетей CAT5/Class D. Для пользователя результатом является надёжное сетевое соединение.

Симметричное расположение контактов указывает на необходимость дополнительных элементов кодировки (ключей) в разъёме. С одной стороны, кодировка предотвращает неправильное подключение разъёма, а с другой – обеспечивается конструктивное отличие разъёмов с одинаковым расположением контактов, предназначенных для разных задач, например P-кодировка разъёмов M8 для EtherCAT. Различие конструкций разъёмов для разных кодировок особенно важно для исключения любых потенциальных повреждений оборудования, вызванных неправильным подключением кабеля.

Расположение элементов кодировки (ключей) в разъёме M8 основано на D-кодировке разъёма типа M12. Однако эти элементы были оптимизированы, чтобы можно было изготовить разъём в меньшем габарите.

Новая кодировка разъёмов M8 (D) позволяет избежать ухудшения характеристик, связанных с низкой скоростью передачи, и уменьшает вероятность неправильного подключения разъёма при симметричном расположении контактов.

Производители устройств, использующих такой интерфейс, обеспечивают надёжное соединение с учётом запросов завтрашнего дня. Благодаря соответствию разъёмов требованиям стандарта IEC пользователи могут быть уверены в надёжности устройств от разных производителей.



Меньше размер, больше возможности

Надёжные соединители для межплатного соединения FINEPITCH

Phoenix Contact предлагает новую серию разъёмов для печатных плат с высокой плотностью контактов (FINEPITCH), которые предназначены для соединения «плата-плата» и «шлейф-плата» в различных плоскостях. Разъёмы от 12 до 80 контактов позволяют надёжно передавать сигналы и данные, а для экранированных версий FP 0.8 скорость передачи данных достигает 16Гбит/с. FINEPITCH-разъёмы для мезонинного и копланарного соединения печатных плат, а также под углом 90°.

ООО «Феникс Контакт РУС»
Новомещерский проезд, д. 9, стр. 1
Тел.: +7 (495) 933-85-48
Факс: +7 (495) 931-97-22
info@phoenixcontact.ru
www.phoenixcontact.ru



Реклама

НОВОСТИ МИРА

В РАМКАХ ВЫСТАВКИ «ЭКСПОЭЛЕКТРОНИКА 2019» ПРОЙДЁТ КОНФЕРЕНЦИЯ, ПОСВЯЩЁННАЯ ОНЛАЙН-ИНСТРУМЕНТАМ РЭП

15 апреля 2019 года с 16:00 до 17:00 в рамках выставки «ЭкспоЭлектроника» пройдёт конференция ФГУП «МНИИРИП» «Онлайн-инструменты радиоэлектронной промышленности. Модернизация подходов к обеспечению применения ЭКБ ОП». Место проведения – Conference Hall № 1 (зал 12).

Многофункциональный центр радиоэлектроники в режиме «одного окна» интегрирует онлайн-инструменты, создаваемые отраслью.

Речь пойдёт о создании платформы, объединяющей силы единомышленников отрасли для развития открытого и прозрачного рынка отечественной радиоэлектроники. На конференции будет дан подробный обзор таких онлайн-платформ, как торговая-информационная площадка «ЭКБ Маркет» и «Интегрированный испытательный центр».

Торговая-информационная площадка «ЭКБ Маркет» предоставляет удобный и простой доступ к базе отечественных компонентов, упрощает заказ партий любого объёма, способствует сокращению сроков поставки, обеспечивает



поиск и параметрическое сравнение компонентов по ключевым техническим характеристикам, делает удобным их применение при проектировании и производстве аппаратуры за счёт наличия конструкторских библиотек для САПР.

Сервис «Интегрированный испытательный центр» позволяет подобрать испытательный центр, обеспечивающий оптимальные условия испытания ЭКБ в полном объёме с гарантированным результатом при наилучших условиях в части качества и стоимости услуг.

Также будут анонсированы основные вопросы, выносимые на ежегодную конференцию МНИИРИП, посвящённую созданию многофункционального центра радиоэлектроники.

Программа конференции:

- «Создание многофункционального центра радиоэлектроники как единого отраслевого окна» (докладчик – Павел Павлович Куцко);
- онлайн-демонстрация функционала торговой-информационной площадки «ЭКБ Маркет» (докладчик – Антон Александрович Большаков);
- «Онлайн-интегрированный испытательный центр – инструмент обеспечения оптимальных условий испытания ЭКБ в полном объёме» (докладчик – Борис Сергеевич Подъяпольский).

Пресс-служба ООО «Предприятие Остек»

ЭКСПЕРТЫ К ВАШИМ УСЛУГАМ!



ЦЕНА

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



СКОРОСТЬ

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



КАЧЕСТВО

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

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

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

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



Реклама

ChipEXPO-2019

КОМПОНЕНТЫ | ОБОРУДОВАНИЕ | ТЕХНОЛОГИИ

17-я
МЕЖДУНАРОДНАЯ
ВЫСТАВКА
ЭЛЕКТРОНИКИ

РОССИЯ | МОСКВА
ЭКСПОЦЕНТР



ТЕМАТИЧЕСКИЕ ЭКСПОЗИЦИИ

- Экспозиция Департамента радиоэлектронной промышленности Минпромторга России «Участники Государственной программы «Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности на 2013-2025 годы»
- Экспозиция участников конкурса на присуждение премии «Золотой Чип»
- Экспозиция «Испытания и контроль качества ЭКБ»
- Экспозиция «Новинки производителей электронных компонентов»
- Экспозиция «China electronics»
- Экспозиция предприятий Зеленограда (Корпорация развития Зеленограда)
- Экспозиция предприятий АО «Росэлектроника»

www.chipexpo.ru

16.10-
18.10



Ускорение проверки временных соотношений для ИП с помощью 8-канального осциллографа

Ли Морган (Tektronix)

Использование 4-канального осциллографа для проверки временных соотношений при подаче питания во встраиваемой системе может потребовать много времени, но именно так вынуждено поступать большинство инженеров. В статье рассказывается о преимуществах работы с 8-канальными осциллографами, которые становятся всё более распространёнными в отрасли.

Во многих современных электронных схемах используется несколько линий питания – до четырёх или даже более. Для одной ИС, такой как ПЛИС, сигнальный процессор или микроконтроллер, может потребоваться несколько линий питания, предъявляющих особые требования к последовательности их включения или отключения. Например, производитель микроконтроллера может запретить подавать питание на порты ввода-вывода, пока не установится напряжение питания ядра, или может потребовать, чтобы источники питания включались с определённым сдвигом по времени относительно друг друга, чтобы избежать продолжительной разницы напряжения на разных выводах питания. Также может оказаться очень важной последовательность подачи питания на процессор и внешнюю память.

Производитель микросхем может предъявить требования к стабильности определённых источников питания (ИП) во избежание ложного сброса

при просадке напряжения. Это непростая задача, так как для компенсации больших пусковых токов нужны очень хорошие стабилизаторы. В этом случае необходимо учитывать форму пускового тока и последовательность включения ИП. Объединив в одном проекте источники питания ИС, мощные источники питания, источники опорного напряжения и вторичные стабилизаторы можно легко получить до 7 или 8 линий питания.

Далее речь пойдёт об особенностях проверки временных соотношений при подаче питания во встраиваемой системе с помощью 4- и 8-канального осциллографов.

Традиционный 4-канальный осциллограф

Один из подходов при использовании 4-канального осциллографа заключается в разбиении анализа системы питания на блоки – в этом случае выполняется несколько захватов для поблочной оценки временных соотношений. Для сравнения блоков

между собой можно настроить запуск по одной из линий питания или по сигналу готовности питания и выполнить несколько захватов, определяя время включения и выключения по отношению к этому опорному сигналу. Поскольку захваты выполняются в течение нескольких циклов включения/отключения питания, разброс относительного времени включения источников довольно трудно охарактеризовать. Тем не менее диапазон вариаций задержки включения каждого источника от цикла к циклу можно определить, выполняя измерения в нескольких циклах с бесконечным послесвечением экрана осциллографа.

Другой распространённый подход заключается в каскадном включении нескольких осциллографов. Обычно это делается путём запуска развёртки осциллографов от одного из источников питания или от общего сигнала готовности питания.

Оба эти подхода имеют ряд недостатков:

- нужно уделить особое внимание запуску и временным погрешностям;
- возможна агрегация данных для построения временной диаграммы всей системы, но это требует много времени;
- с ростом числа контролируемых линий питания растёт и сложность измерения;
- схемы измерения должны быть идеально согласованными;
- один измерительный канал нужно использовать для запуска.

Осциллограф смешанных сигналов (MSO) может предоставить дополнительные каналы для исследования последовательности включения питания. Чтобы это работало, цифровые входы такого осциллографа должны поддерживать соответствующий диапазон напряжения и независимо настраиваемые пороги. Например, стандартная опция MSO предлагает 16 цифровых входов с независимо настраиваемыми порогами для каждого канала, что подходит для большинства источников питания, используемых в современных проектах. Следует обратить внимание, что

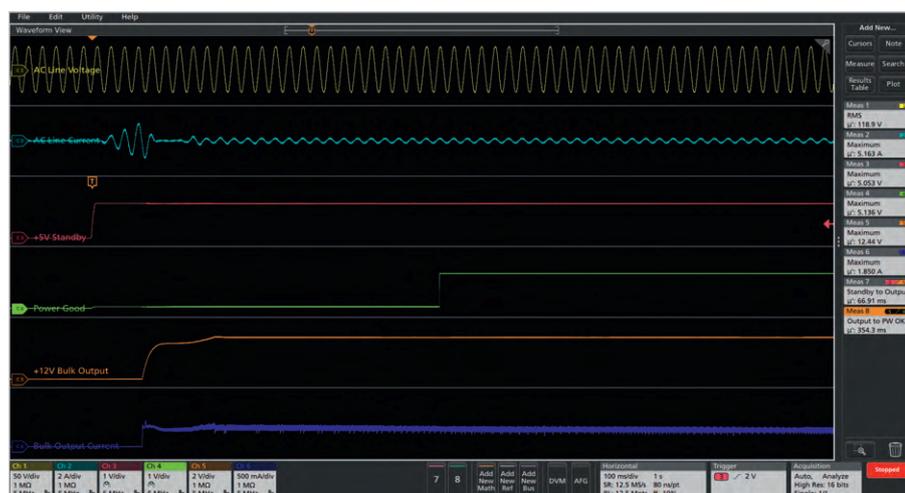


Рис. 1. Измерение сигналов импульсного источника питания после включения выключателя на его передней панели

этот подход работает хорошо, если нужно просто измерить временные соотношения, но не позволяет измерять время нарастания/спада и форму (монотонность) питающих напряжений в процессе включения/выключения.

Применение осциллографа с 8 аналоговыми каналами значительно сокращает время и сложность измерения по сравнению с любым из рассмотренных ранее методов. 8-канальный осциллограф позволяет измерять напряжения до 8 линий питания, используя для этого аналоговые пробники. Кроме того, для измерения взаимного времени включения и отключения линий питания можно использовать осциллограф смешанных сигналов с цифровыми входами и независимо настраиваемыми порогами.

ЗАДЕРЖКА ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ

Показанный на рисунке 1 импульсный источник питания подаёт стабилизированное постоянное выходное напряжение 12 В с большим током нагрузки. Управление этим ИП осуществляется дистанционно с помощью выключателя на передней панели прибора. Вскоре после замыкания выключателя подаётся дежурное напряжение +5 В, позволяющее запустить импульсный преобразователь. После стабилизации выходного напряжения +12 В появляется сигнал готовности питания (PW OK), сообщающий о том, что питание находится в норме.

Положительный перепад дежурного питания +5 В используется для запуска захвата других сигналов. Автоматические измерения подтверждают, что задержка включения выходного напряжения не превышает 100 мс, а задержка от включения выходного напряжения до появления сигнала PW OK лежит (в соответствии со спецификациями) в диапазоне 100...500 мс.

ЗАДЕРЖКА ВЫКЛЮЧЕНИЯ ПРИ ДИСТАНЦИОННОМ УПРАВЛЕНИИ

После отключения импульсного преобразователя выходное напряжение начинает падать. Согласно спецификациям, источник питания должен стабилизировать напряжение в течение не менее чем 20 мс после размыкания выключателя. Самое главное, чтобы сигнал PW OK переходил на низкий уровень за 5–7 мс до того, как выходное напряжение +12 В перестанет ста-

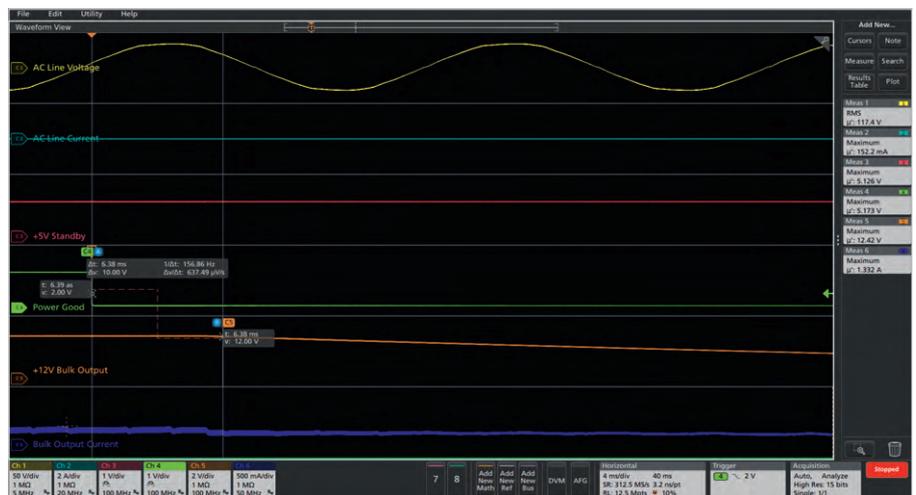


Рис. 2. Использование измерительного курсора для проверки соответствия предупредительного сигнала PW OK спецификациям

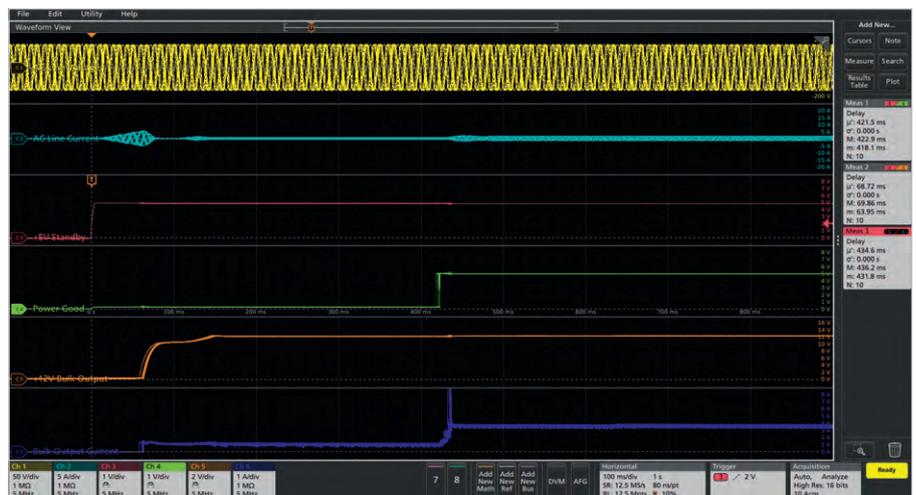


Рис. 3. Выполнение многократных измерений временных параметров при включении в режиме бесконечного послесвечения с использованием статической обработки результатов измерений

билизироваться, что даст время нагрузке среагировать и корректно завершить работу. Как видно на рисунке 2, для запуска захвата соответствующих сигналов используется отрицательный перепад сигнала PW OK. Измерительный курсор показывает, что предупредительный сигнал PW OK соответствует спецификациям.

ПРОВЕРКА ВРЕМЕННЫХ СООТНОШЕНИЙ ЗА НЕСКОЛЬКО ЦИКЛОВ ВКЛЮЧЕНИЯ ПИТАНИЯ

Чтобы убедиться, что задержка включения питания остаётся в пределах нормы в течение нескольких циклов включения/выключения, можно использовать режим бесконечного послесвечения экрана для отображения временных флуктуаций сигнала и статистические измерения временных параметров для количественной оценки этих флуктуаций. В схеме, измерение которой показано

на рисунке 3, в качестве точки отсчёта используется момент достижения дежурным напряжением +5 В уровня 50%. Последовательность включения повторяется 10 раз, и значения измеренных временных параметров за это время различаются не более чем на 1%.

ИЗМЕРЕНИЕ ВРЕМЕНИ НАРАСТАНИЯ И СПАДА НАПЯЖЕНИЯ ИП

Для удовлетворения спецификаций некоторых ответственных компонентов системы необходимо контролировать не только задержку включения, но и время нарастания питающих напряжений. Автоматизированные измерения времени нарастания и спада тоже выполняются по отношению к опорным точкам, которые по умолчанию автоматически рассчитываются по уровню 10 и 90% от амплитуды сигнала в каждом канале. В приведённом на

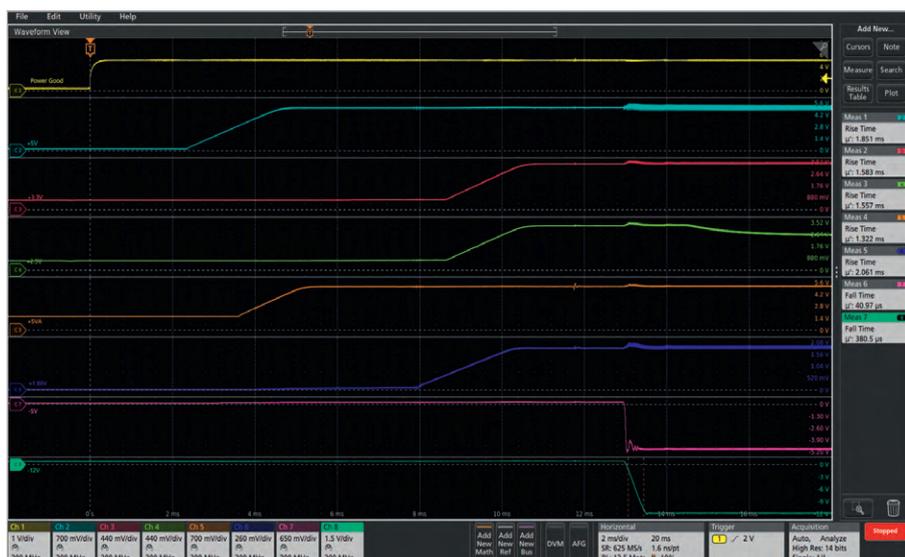


Рис. 4. Измеренные значения времени нарастания и времени спада

рисунке 4 примере время нарастания положительных ИП и спада отрицательных ИП показано в полях результатов в правой части экрана.

Широкое применение в современных системах нескольких линий питания представляет собой серьезную проблему для измерения и тестирования. При оптимизации энергопотребления, производительности и скорости даже простой системы приходится иметь дело с общим источником питания 12 В, парой источников 5 В, а также с источниками 3,3 и 1,8 В. Проверку и устранение неисправностей, связанных с включением и выключением этих ИП, можно выполнить более эффективно с помощью осциллографов, которые предлагают больше чем традиционные 4 канала. ©

НОВОСТИ МИРА

KEYSIGHT УСКОРЯЕТ РАЗРАБОТКУ ИЗДЕЛИЙ С ПОМОЩЬЮ PATHWAVE ADVANCED DESIGN SYSTEM

Keysight Technologies, Inc., признанный мировой лидер отрасли, представила приложение PathWave Memory Designer для моделирования памяти с удвоенной скоростью передачи данных (DDR), являющееся частью САПР PathWave Advanced Design System (ADS) 2019.

Усложнение проектирования, моделирования и методов тестирования памяти DDR каждого нового поколения приводит к увеличению времени моделирования и настройки схемы тестирования. Дополни-

тельные сложности возникают при сопоставлении данных моделирования и испытаний, что приводит к снижению доверия к результатам разработки, более продолжительной диагностике и срыву сроков поставки изделий.

PathWave ADS Memory Designer объединяет процессы моделирования и тестирования, решая общие задачи проектирования памяти DDR с помощью новых технологий, которые автоматизируют рутинные процедуры и анализ данных, ускоряя оценку результатов моделирования.

«Одна из основных задач отрасли – повышение эффективности процесса разработ-

ки изделий, в частности уменьшение разрыва между результатами моделирования и тестирования, – сказал Тодд Катлер (Todd Cutler), вице-президент и генеральный менеджер отдела ПО для проектирования и измерений компании Keysight. – САПР PathWave от Keysight предоставляет инженерам широкие возможности сбора, обмена и анализа данных испытаний и измерений. Приложение Memory Designer для PathWave ADS обеспечивает новые методы моделирования DDR, сокращающие время проектирования изделий».

САПР Keysight PathWave помогает инженерам ускорить процессы разработки с помощью высокопроизводительных программных средств, обеспечивающих гибкость и связность процедур проектирования и тестирования, за счёт следующих особенностей:

- открытые API и компоненты с открытым исходным кодом позволяют настраивать программную платформу и объединять её с имеющимся аппаратным и программным обеспечением;
- масштабируемая архитектура обеспечивает гибкость при выполнении вычислений на специализированной рабочей станции, в общедоступной или корпоративной облачной среде или с помощью встроенного ПО прибора;
- гибкие варианты лицензирования позволяют использовать ПО в нужном месте и в нужное время;
- лучшие в отрасли контрольно-измерительные приборы обеспечивают стабильные и точные измерения в процессе проектирования, испытаний и производства.

Пресс-служба Keysight Technologies

IF/RF & Microwave Design

Advantex

СВЧ-блоки

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

Аттенюаторы, управляемые напряжением до 26 ГГц

Усилители до 20 ГГц, 0.5 Вт

I/Q модуляторы / демодуляторы, смесители, фильтры

Приборы

Генераторы сигналов, электронные аттенюаторы, I/Q-модуляторы

www.advantex.ru



ВЫСОКОНАДЕЖНЫЕ МОДУЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ДЛЯ ЖЕСТКИХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ



Серия HWS, HWS

- AC/DC-источники питания мощностью от 15 до 1560 Вт
- Ограниченная пожизненная гарантия
- Диапазон рабочих температур $-40...+70^{\circ}\text{C}$, конформное покрытие платы (модификация HD)
- Широкий диапазон выходных напряжений: от 3,3 до 60 В
- Работа в режиме пиковой мощности 300% в течение 5 с (модификация P)



Серия PFE, PFH

- AC/DC-преобразователи на плату от 300 до 1008 Вт
- Вход: 85–265 В AC, регулируемый выход: 12, 24, 48, 51 В DC
- Защиты от перенапряжений, перегрузки, перегрева
- Диапазон рабочих температур подложки $-40...+100^{\circ}\text{C}$
- Цифровое управление, обратная связь, поддержка PMBus™



Серия CN-A

- DC/DC-преобразователи на плату от 30 до 200 Вт
- Повышенная устойчивость к вибрациям, рекомендован для железнодорожного транспорта
- Диапазон рабочих температур $-40...+100^{\circ}\text{C}$ на подложке без снижения мощности
- Вход: 60–160 В DC или 14,4–36 В DC, выход: 5–24 В DC
- 5 лет гарантии



Серия HQA/GQA

- DC/DC-преобразователи на плату мощностью 85 и 120 Вт
- Ударные перегрузки до 50g
- Диапазон рабочих температур $-55 (-40)...+115^{\circ}\text{C}$
- Широкий диапазон входных напряжений: 9–40 В и 18–40 В DC
- Выходные напряжения: 5, 12, 15, 24, 28, 48 В DC
- КПД до 91,5%



НОВОСТИ МИРА

Путин призвал Госдуму оперативно принять законопроект в сфере цифровой экономики

Выступая с посланием к Федеральному собранию, Президент России Владимир Путин призвал парламентариев к оперативному принятию законопроектов в сфере цифровой экономики: «Парламентариев прошу оперативно принять законы, приоритетные для создания правовой среды новой цифровой экономики, которые позволят заключать гражданские сделки и привлекать финансирование с использованием цифровых технологий, развивать электронную торговлю и сервис».

Он также подчеркнул, что российское законодательство нужно отстроить под новую технологическую реальность, а законы не должны ограничивать технологическое развитие новых отраслей.

Сейчас в Госдуме находятся три ключевых законопроекта, посвящённых цифровой экономике: законопроект о цифровых финансовых активах, поправки в Гражданский кодекс РФ в части терминов, используемых в цифровой экономике, а также законопроект об инвестиционных платформах. Все они были приняты в первом чтении

22 мая 2017 года и с тех пор проходят согласование для второго чтения.

Кроме того, Владимир Путин поручил правительству сформировать «максимально комфортные условия» для частных инвестиций в технологические стартапы. Глава государства также поручил в течение ближайших лет организовать в России повсеместный доступ к высокоскоростному интернету и начать эксплуатацию систем связи пятого поколения (5G).

Владимир Путин подчеркнул, что Россия обязана стать одним из лидеров в сфере генетики и информационных технологий к 2025 году.

Новости Интернета вещей

Медведев заявил о необходимости поддержать отрасль микроэлектроники

Производство отечественной микроэлектроники пока отстаёт, нужны особые меры поддержки, поскольку с этой отраслью во многом связаны вопросы безопасности страны, заявил председатель правительства РФ Дмитрий Медведев.

На совещании главы кабинета министров с вице-премьерами участники обсудили, в том числе, во-

просы поддержки производства микроэлектроники. Медведев отметил, что это востребованная продукция, она реализуется повсеместно и используется везде. Премьер обратил внимание на то, что эта продукция – необходимая база для самых разных устройств: от домашних приборов до спутников.

«Мы этому направлению уделяем достаточно серьёзное внимание в рамках цифровой экономики, речь идёт о создании устойчивой информационной инфраструктуры. Если говорить о самой отрасли, то она, к сожалению, у нас отстаёт, в значительной степени мы зависим от зарубежных поставщиков», – прокомментировал Дмитрий Медведев.

Он попросил зампреда правительства Юрия Борисова доложить о возможных дополнительных мерах поддержки отрасли.

«Раз пока всё у нас развивается не очень успешно в этом направлении, значит нужны какие-то особые идеи и особые меры поддержки, потому что это вопрос в значительной степени связанный с безопасностью страны, к нему нужно так и относиться, уделять ему повышенное внимание и, соответственно, использовать нестандартные меры поддержки», – заявил глава кабинета министров.

РИА Новости

www.jtagtechnologies.ru



ПОВРЕЖДЕНИЕ СТАТИКОЙ? Контрафакт? Бракованные ИМС?

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

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

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

Эксклюзивный дистрибьютор: ООО Остек-Электроника
 Телефон: (495) 788-4444
 E-mail: info@ostec-group.ru



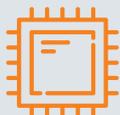
Выставка
ЭЛЕКТРОНИКА
Урал

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

ЕКАТЕРИНБУРГ

 (343) 270-23-76

 info@pta-expo.ru

ОРГАНИЗАТОР

Экспонороника

МОСКВА

 (495) 234-22-10

 info@pta-expo.ru

Высокотемпературный датчик температуры с интерфейсом Microlan

Владимир Бартнев, Мария Бартнева (syntaltechno@gmail.com)

В данной статье пойдёт речь о необычном применении интегральной микросхемы DS2436, в состав которой входят термочувствительный элемент, АЦП и интерфейс Microlan. Для расширения диапазона измеряемых температур до +500°C в датчике применён платиновый чувствительный элемент.

ВВЕДЕНИЕ

Семейство микросхем с однопроводным интерфейсом Microlan (1-Wire) производства Dallas Semiconductor на протяжении многих лет остаётся инновационным и востребованным на рынке. Популярность данных микросхем столь велика, что поглотившая Dallas Semiconductor компания MAXIM с 2001 года продолжает выпускать знаменитые цифровые датчики температуры (например, DS18B20), кодовые ключи (например, iButton DS1990) и прочие микросхемы массового применения с префиксом DS.

ИНТЕРФЕЙС MICROLAN (1-WIRE)

Однопроводной интерфейс 1-Wire, разработанный фирмой Dallas Semiconductor [1], рекомендован разработчиками для применения в таких приложениях, как:

- приборы в специальных корпусах MicroCAN для решения проблем идентификации, переноса или преобразования информации (технология iButton);
- программирование встроенной памяти интегральных компонентов;
- идентификация элементов оборудования и защита доступа к ресурсам электронной аппаратуры;
- системы автоматизации (технология 1-Wire-сетей).

Преимущества однопроводного интерфейса определяются следующими факторами:

- простое и оригинальное решение адресации абонентов;
- несложный протокол;
- простая структура линии связи;
- малое энергопотребление;
- лёгкое изменение конфигурации сети;

- значительная протяжённость линий связи;
- исключительная дешевизна всей технологии в целом.

1-Wire-сеть представляет собой информационную сеть, использующую для осуществления цифровой связи одну линию данных (DATA) и один возвратный (или земляной) провод (RET). Таким образом, для реализации среды обмена этой сети могут быть применены доступные кабели, содержащие неэкранированную витую пару той или иной категории, и даже обычный телефонный провод. Ограничение на максимальную длину однопроводной линии составляет около 300 м.

Благодаря наличию в составе любого микроконтроллера, снабжённого 1-Wire-интерфейсом, индивидуально-адреса, столь же уникального, как и номер денежной купюры (отсутствие совпадения адресов для микроконтроллеров гарантируется производителем), такая сеть имеет практически неограниченное адресное пространство. При этом каждый микроконтроллер без каких-либо дополнительных аппаратно-программных модификаций готов к работе.

Микроконтроллеры 1-Wire являются самоадресуемыми и программируемыми. В основе обмена информацией между ними лежит управление длительностью импульсных сигналов в однопроводной среде и их измерение. Передача сигналов для 1-Wire-интерфейса – асинхронная и полудуплексная, а вся информация, циркулирующая в сети, воспринимается абонентами либо как команды, либо как данные. Команды сети генерируются мастером и обеспечивают раз-

личные варианты поиска и адресации ведомых микроконтроллеров. Стандартная скорость работы 1-Wire-сети, изначально установленная на уровне 16,3 Кбит/с, была выбрана исходя из обеспечения максимальной надёжности передачи данных на большие расстояния и с учётом быстродействия наиболее широко распространённых типов универсальных микроконтроллеров, которые в основном должны использоваться в качестве ведущих устройств 1-Wire-шины. Для работы в этой сети выпускается целый ряд устройств, таких как адресуемые АЦП, термометры, часы реального времени, цифровые потенциометры. Кстати, такой же протокол обмена имеют и цифровые ключи iButton (или Touch Memory), которые сейчас широко используются в системах ограничения доступа. Среди перечисленных устройств особое место занимают микросхемы для мониторинга заряда аккумуляторов DS2436 и DS2438. Уникальность их состоит в том, что, наряду с температурным датчиком, в них вмонтированы АЦП [1]. Ниже будет рассмотрено применение микросхемы DS2436 с одним АЦП. Впрочем, предложенный вариант её использования легко может быть перенесён и на DS2438 с двумя АЦП.

МИКРОСХЕМА DS2436 И ПЛАТИНОВЫЙ ДАТЧИК

Микросхема DS2436 [3] обеспечивает измерение температуры в диапазоне $-55...+125^{\circ}\text{C}$ с дискретностью $0,03125^{\circ}\text{C}$. Кроме того, встроенный 10-разрядный АЦП позволяет измерять напряжение постоянного тока от 3 до 10 В с разрешением 10 мВ. Микросхема выпускается в двух типах корпусов: в 3-выводном TO-92 и 8-выводном SOIC (см. рис. 1).

Чтобы понять, как устроена данная микросхема, рассмотрим её блок-схему, показанную на рисунке 2. Фактически DS2436 представляет собой программируемый микроконтроллер с блоком управления, ПЗУ, ОЗУ, схемой измерения температуры и

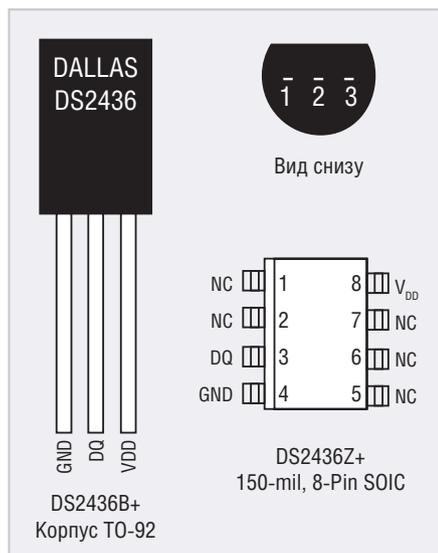


Рис. 1. Внешний вид микросхемы DS2436

преобразованием её в цифровой код, АЦП и однопроводным интерфейсом. Температурный регистр имеет 13-разрядный формат, а регистр напряжения – 10-разрядный. Диапазон измерения напряжения составляет 0...10 В с разрешением 10 мВ, но, поскольку вход напряжения питания микросхемы совмещён с входом АЦП, работоспособность микросхемы сохраняется только при подаче напряжения свыше 2,4 В. Более подробно узнать об устройстве и программировании микросхемы DS2436 можно в её описании [3].

Для измерения температуры в широком диапазоне, как правило, применяются аналоговые платиновые датчики, в частности популярные в последнее время тонкоплёночные платиновые датчики фирмы Heraerus Instruments [2], однако они представляют собой только чувствительный элемент с двумя выводами и для реализации цифрового интерфейса с таким датчиком требуются АЦП, дополнительный микроконтроллер, разработка для него специальной программы и, самое главное, калибровка такого датчика температуры по особой методике.

В данном случае мы воспользуемся сопряжением платинового датчика с 10-разрядным АЦП микросхемы DS2436. Такой вариант, бесспорно, является выигрышным благодаря реализации на одном кристалле прямого преобразования «температура – цифра», не требующего внешних АЦП и других компонентов, калибровки и коррекции характеристик в процессе изготовления, возможности адре-

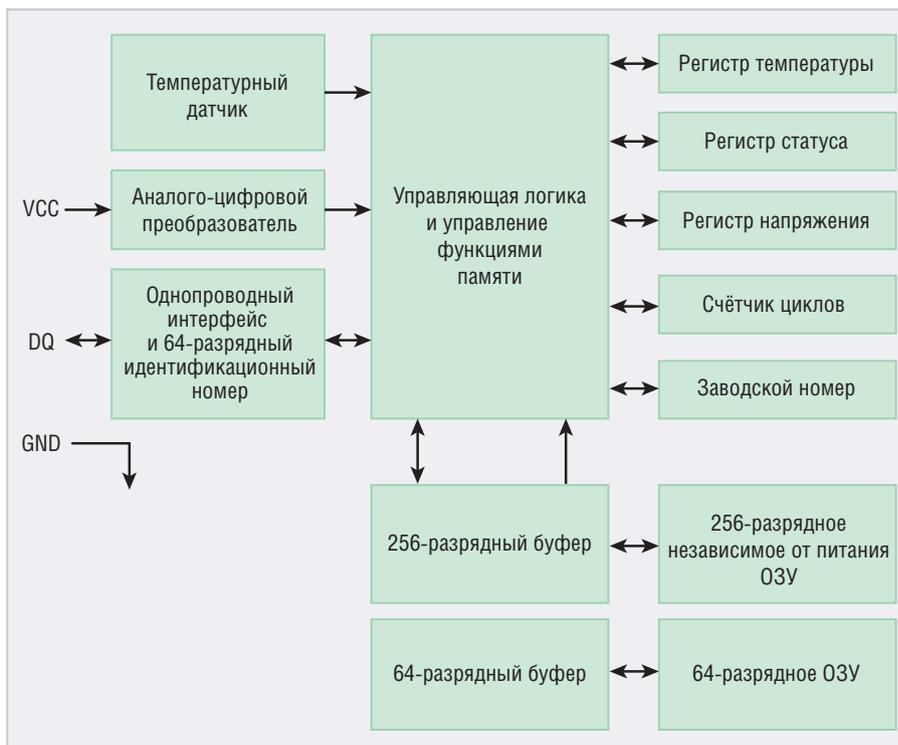


Рис. 2. Блок-схема микросхемы DS2436

сации большого числа цифровых датчиков, работающих на одной шине за счёт встроенного цифрового интерфейса Microlan.

При рассмотрении такого сопряжения имеет смысл процитировать формулу изобретения высокотемпературного датчика температуры [4]. Датчик состоит из интегральной микросхемы DS2436, в состав которой входят термочувствительный элемент, АЦП и стандартный цифровой интерфейс Microlan, выход которого является выходом высокотемпературного датчика температуры, отличающийся тем, что в него дополнительно введены вынесенный в точку измерения платиновый чувствительный элемент, подстроечный резистор, источник питания, первый и второй инте-

гральные стабилизаторы напряжения. Один вывод платинового чувствительного элемента подключён как к входу АЦП микросхемы DS2436, так и к общему выводу первого стабилизатора напряжения и через подстроечный резистор к его выходу. Вход первого стабилизатора напряжения подключён к плюсу источника питания, другой вывод платинового датчика соединён с входом и выходом второго стабилизатора напряжения, общий вывод которого, как и общий вывод микросхемы DS2436, соединён с минусом источника питания.

В предлагаемом высокотемпературном датчике расширен диапазон измеряемых температур до +500°C, реализован цифровой интерфейс Microlan и предельно упрощена процедура кали-

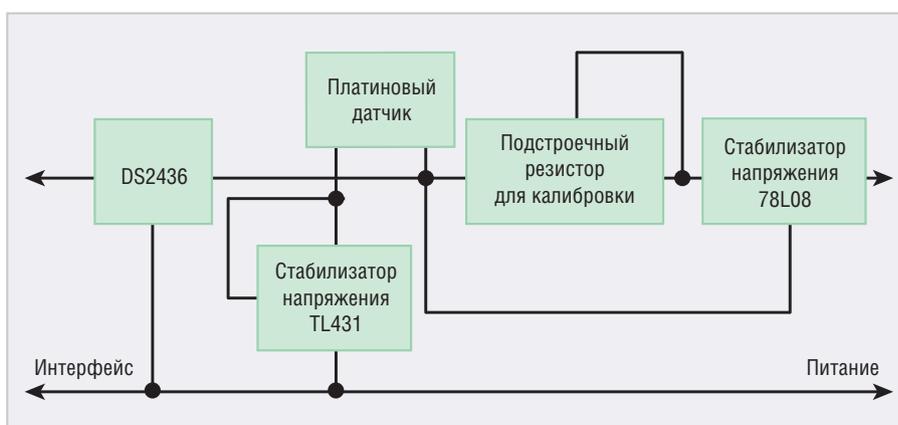


Рис. 3. Блок-схема сопряжения платинового датчика и DS2436



Рис. 4. Калибровка платинового датчика при комнатной температуре с помощью DS2436, подключённого к Arduino MEGA с LCD-дисплеем

бровки датчика, т.к. микросхема калибруется при её изготовлении.

На рисунке 3 представлена блок-схема датчика, в которую входят микросхема типа DS2436, первый стабилизатор напряжения типа 78L08, второй стабилизатор напряжения типа TL431, подстроечный резистор R_v номиналом 1–3 кОм, платиновый чувствительный элемент R_t типа НМ компании Heraeus Instruments. Данный чувствительный элемент характеризуется высокой

линейностью, стабильностью работы в широком диапазоне температур $-70...+500^{\circ}\text{C}$ и имеет сопротивление 1000 Ом (HM1020) при 0°C (спецификация DIN EN 60751). Самопрогрев не превышает $0,3 \text{ мВт}/^{\circ}\text{C}$ при рабочем токе от 0,1 до 1,0 мА.

Рассмотрим работу высокотемпературного датчика температуры. При включении питания микросхема DS2436 инициализируется по стандартному интерфейсу Microlan, и 10-разрядный АЦП начинает осуществлять преобразование в цифровой код напряжения на платиновом чувствительном элементе. Ток через чувствительный элемент стабилизирован первым стабилизатором напряжения 78L08, включённым по схеме стабилизатора тока, при стабилизированном опорном напряжении, обеспечиваемым вторым стабилизатором TL431. С помощью подстроечного резистора осуществляется установка рабочей точки платинового датчика путём сравнения температуры, измеряемой микросхемой DS2436, и температуры, измеряемой предложен-

ным высокотемпературным датчиком, когда платиновый чувствительный элемент находится в непосредственной близости от микросхемы DS2436 (см. рис. 4). На рисунке сверху видна плата сопряжения с датчиком.

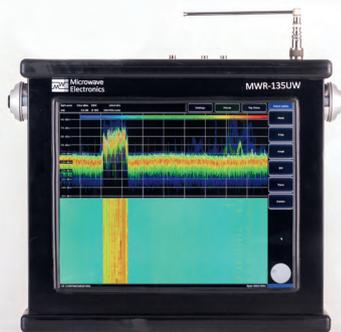
Преимуществами предложенного высокотемпературного датчика являются его высокая стабильность, низкая стоимость, простота конструкции и наличие стандартного цифрового интерфейса Microlan.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бартенев В.Г.* Цифровые датчики температуры и их применение. Датчики и системы. 2004. № 12.
2. http://heraeus-sensor-technology.com/en/produkte_1/temperatursensorelemente/elemente.aspx
3. <https://pdfserv.maximintegrated.com/en/ds/DS2436.pdf>
4. Патент № 151200. Высокотемпературный датчик температуры с интерфейсом Microlan. Бартенев В.Г., Бартенев Г.В., Битюков В.К. по заявке № 2014124976, зарегистрировано в Госреестре 24.02.2015 г.



Контрольно-измерительное оборудование "Микроволновая Электроника"



Измерительный приемник
MWR-135UW

Полоса разрешения (RBW) **0,1 Гц**
Полоса демодуляции и записи **260 МГц**
Фазовый шум **-139 дБн/Гц (отстр. 10 кГц от 1 ГГц)**
Скорость сканирования **58 ГГц/сек**
Диапазон рабочих частот **8 кГц - 13,5 ГГц**
Чувствительность **-166 дБм/Гц**
Динамический диапазон **153 дБ**
Интерфейс вывода данных **10 Гбит/с Ethernet (SFP+)**
17" графический сенсорный дисплей



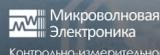
Векторный генератор сигналов
MWT-160U

Выходная мощность до **2 Вт**
Ширина полосы модулирующих частот (внутренний цифровой baseband-генератор) **560 МГц**
Фазовый шум **-139 дБн/Гц (отстр. 10 кГц от 1 ГГц)**
Диапазон рабочих частот **8 кГц - 16 ГГц**
Встроенные цифровые виды модуляции **M-PSK, M-QAM, OOK, M-ASK, M-FSK, GMSK, произвольный**
Интерфейс ввода данных и управления **10 Гбит/с Ethernet (SFP+), 1 Гбит/с Ethernet (SFP) - опции**
Скорость передачи более **3 Гбит/с по радиоканалу**



Измерительный приемник
MWR-8000

Полоса анализа реального времени **1,5 ГГц**
Частота дискретизации **4 ГГц (12 бит)**
Интерфейс вывода данных **100 Гбит/с Ethernet**
Фазовый шум **-136 дБн/Гц (отстр. 10 кГц от 1 ГГц)**
Чувствительность **-164 дБм/Гц**
Динамический диапазон **151 дБ/Гц**
Диапазон рабочих частот **8 кГц - 8 ГГц**
Объём встроенной памяти выборки **64 Гб**
21,5" графический сенсорный дисплей



www.mwel.ru

Контрольно-измерительное оборудование (Микроволновая Электроника)

е-mail: info@mwel.ru

тел: +7 (495) 137-5335

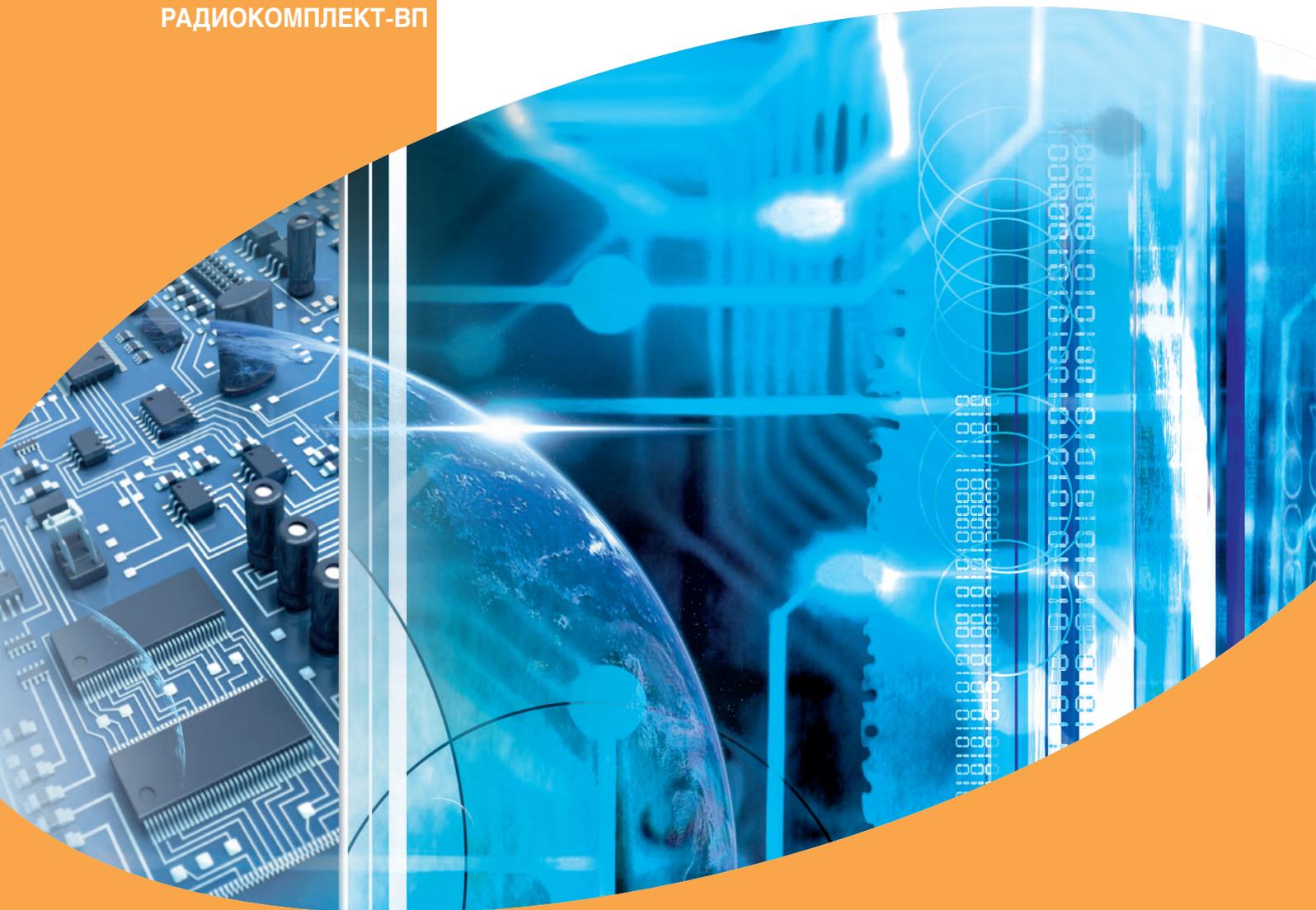
Реклама



РАДИОКОМПЛЕКТ-ВП

ПОСТАВЩИК ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ

российских и зарубежных производителей



- Комплексная поставка электронных компонентов импортного производства, стран СНГ и России
- Печатные платы, твердотельные накопители
- Инверторы, конвертеры, источники питания, зарядные устройства для всех типов аккумуляторов
- Постоянно в наличии весь ряд SMD-компонентов и электрических соединителей
- Работаем в соответствии с основными федеральными законами №223-ФЗ от 18.07.2011, №44-ФЗ от 05.04.2013, №275-ФЗ от 29.12.2012
- СМК соответствует требованиям ГОСТ ISO 9001-2011, ГОСТ РВ 0015-002-2012, ЭС РД 009-2014, ЭС РД 010-2015

Устройство контроля инфузата в инфузионной магистрали

Сергей Шишкин (schischckin.sergei2014@yandex.ru)

В статье представлен демонстрационный образец устройства контроля инфузата в инфузионной магистрали на базе ультразвукового датчика жидких сред с описанием его конструкции, схемотехники и алгоритма работы.

Рассмотрим в общих чертах принцип действия медицинского оборудования, известного как капельница. Лекарственное средство (инфузат) из флакона (или из пакета) поступает в организм пациента через инфузионную магистраль. Внешне для обывателя инфузионная магистраль – это пластиковая трубка с резервуаром (ловушкой воздуха) для жидкости посередине и двумя иглами на концах. Ловушка воздуха с иглой может быть расположена на одном конце магистрали, а игла для ввода в вену – на другом. Перед инъекцией убеждаются в отсутствии пузырьков воздуха в инфузате, имеющиеся пузырьки удаляют из раствора. Через трубку врач или медсестра видит, с какой скоростью движется лекарство. Скорость падения капель меняют с помощью устройства, которое сдавливает снаружи верхнюю часть трубки. При внутривенном вливании особенно важно не допустить попадания пузырьков воздуха в организм. Флакон устанавливают на штанге на высоте, которая обеспечивает устойчивую работу капельницы. В процессе подготовки последней в нижней части ловушки воздуха обязательно создают определённый уровень жидкости, чтобы в нижнюю часть трубки, а по ней и в вену, не попал воздух. Понятно, что при случайном попадании воздуха во флакон с лекарственным средством уровень жидкости в ловушке воздуха инфузионной магистрали будет падать. В настоящее время на российском рынке представлен широкий спектр как отечественных, так и зарубежных одноразовых инфузионных магистралей. Ловушки воздуха в них могут отличаться друг от друга формой, длиной, внешним диаметром, толщиной стенок.

Представленное устройство позволяет контролировать уровень жидкости в ловушке воздуха и состоит из двух

частей: ультразвукового датчика жидких сред и блока питания. Датчик устанавливается на ту же штангу, что и флакон с лекарственным средством.

Сформируем основные технические требования к датчику как к функционально законченному узлу:

- возможность работы с инфузионными магистралями, внешний диаметр ловушки воздуха которых составляет 15...20 мм, а длина ловушки не менее 40 мм;
- контроль уровня жидкости (заданный уровень должен быть отмечен риской на корпусе датчика), контроль оптически непрозрачного раствора;
- изменение (инвертирование) выходного сигнала датчиком при снижении уровня жидкости более чем на 10 мм относительно заданного;
- отсутствие каких-либо регулировок, настроек при проверке и в период эксплуатации;
- высокая достоверность и надёжность работы;
- небольшое энергопотребление и минимум питающих напряжений;
- соответствие всем требованиям ГОСТ Р 50267.0 по электробезопасности и класс защиты I типа BF;
- защита от попадания воды сверху;
- время непрерывной работы не менее 12 ч;
- уровень TTL: лог. 1 – жидкость, лог. 0 – воздух;
- дублирование работы датчика световой и звуковой сигнализацией: жидкость – индикатор включён, звуковая сигнализация выключена; воздух – индикатор выключён, звуковая сигнализация включена;
- поступление напряжения питания на плату управления через соединитель (вилка с фиксатором или защёлкой).

В основу работы датчика положен ультразвуковой метод контроля. В [1] дано достаточно полное обоснова-

ние этого метода. Принцип работы подобных сигнализаторов основывается на фиксации изменения энергии ультразвуковой волны, проходящей через жидкость или газ, вследствие резких различий значений акустических сопротивлений этих сред. Для измерения уровня жидкости в большинстве случаев используется принцип прохождения ультразвуковых колебаний между излучателем и приёмником акустического датчика. В качестве преобразователя электрических колебаний высокой частоты (порядка 1 МГц) в ультразвуковые, распространяющиеся в контролируемой среде между излучателем и приёмником, обычно используется пьезокерамика цирконата-титаната свинца в виде круглых пластин диаметром 6...30 мм, толщиной 1...2 мм с резонансной частотой 0,5...2 МГц. Возбуждение и приём колебаний производятся в непрерывном или импульсном режиме.

Конструктивно излучатель и приёмник абсолютно одинаковы.

Принципиальная схема устройства контроля жидкости приведена на рисунке 1.

В ультразвуковом датчике используется временная селекция сигналов по жидкости от возможных сигналов помехи по газу через рабочий зазор датчика и металлу корпуса датчика. Это разделение возможно из-за различных скоростей распространения звука в этих средах: в жидкости – 1500 м/с, в газе – 340 м/с, т.е. в 5 раз меньше; в металлах – 6000 м/с; т.е. в 4 раза больше. База прозвучивания – расстояние между излучателем и приёмником детектора – устанавливается равной 18 мм. Время распространения между излучателем и приёмником определяется базой детектора и средой, в которой сигнал распространяется. Скорость распространения звука в жидкости составляет $c=1500$ м/с. Если взять базу $b=20$ мм, то для воды время распространения колебаний между излучателем и приёмником в детекторе будет равно $t_b=b/c=0,02/1500=13$ мкс. Поскольку сигнал помехи по газу достигает приёмного преобразователя в 5 раз дольше, то его легко мож-

но разделить во времени с сигналом по жидкости.

В блок питания А1 входят следующие элементы: сетевой шнур (сетевая вилка X1 – принадлежность сетевого шнура); предохранители FU1, FU2; сетевая лампочка Н1; модуль питания U1; конденсатор С1; пьезоизлучатель звука ВА1. Модуль питания ингалятора U1 AC/DC типа NFS40-7908J “MEDICAL”. Данный модуль питания отвечает всем необходимым требованиям по электробезопасности (МЭК601-1) для изделий медицинской техники.

Конструктивно датчик А2 состоит из платы усилителя АВ1 и пьезоэлементов ВQ2, ВQ3. В таблице приведены основные технические характеристики датчика.

Осциллограммы, поясняющие работу устройства, представлены на рисунке 2.

Алгоритм работы устройства следующий. Микроконтроллер D1 с вывода 8 подаёт импульс лог. 1 длительностью 1 мкс (см. рис. 2.1) на вход усилителя, собранного на элементе D2.1. Импульс через конденсатор С7 и резистор R8 поступает на базу транзистора D2.1. Нагрузкой D2.1 служит пьезоэлемент ВQ2. Усиленный импульс возбуждает ВQ2 (см. рис. 2.2). Сигнал через время t_2 (отсчёт времени идёт по фронту запускающего импульса) поступает на пьезоэлемент ВQ3 (приёмник датчика) (см. рис. 2.3) и возбуждает его. Время t_2 (время распространения между излучателем и приёмником), как было вычислено ранее, составляет порядка 13 мкс. Экспери-

Технические характеристики ультразвукового датчика жидких сред

Параметр	Значение
Напряжение питания, В	+5, ±12
Допустимые отклонения питающего напряжения, %	±5
Габаритные размеры, мм, не более	110×94×55
Масса, г, не более	300
Выходной сигнал уровня ТТЛ: жидкость воздух	лог. 1 лог. 0
Нагрузочная способность выхода микроконтроллера АТ89С4051, мА	до 20
Потребляемая мощность, В·А, не более	0,3
Допустимое отклонение жидкости от заданного уровня, мм, не более	10
Диапазон рабочих температур, °С	-10...+50
Частота запускающих импульсов, кГц	5
Время непрерывной работы детектора, ч, не менее	12
Внешний диаметр устанавливаемых ловушек воздуха, мм	15...20

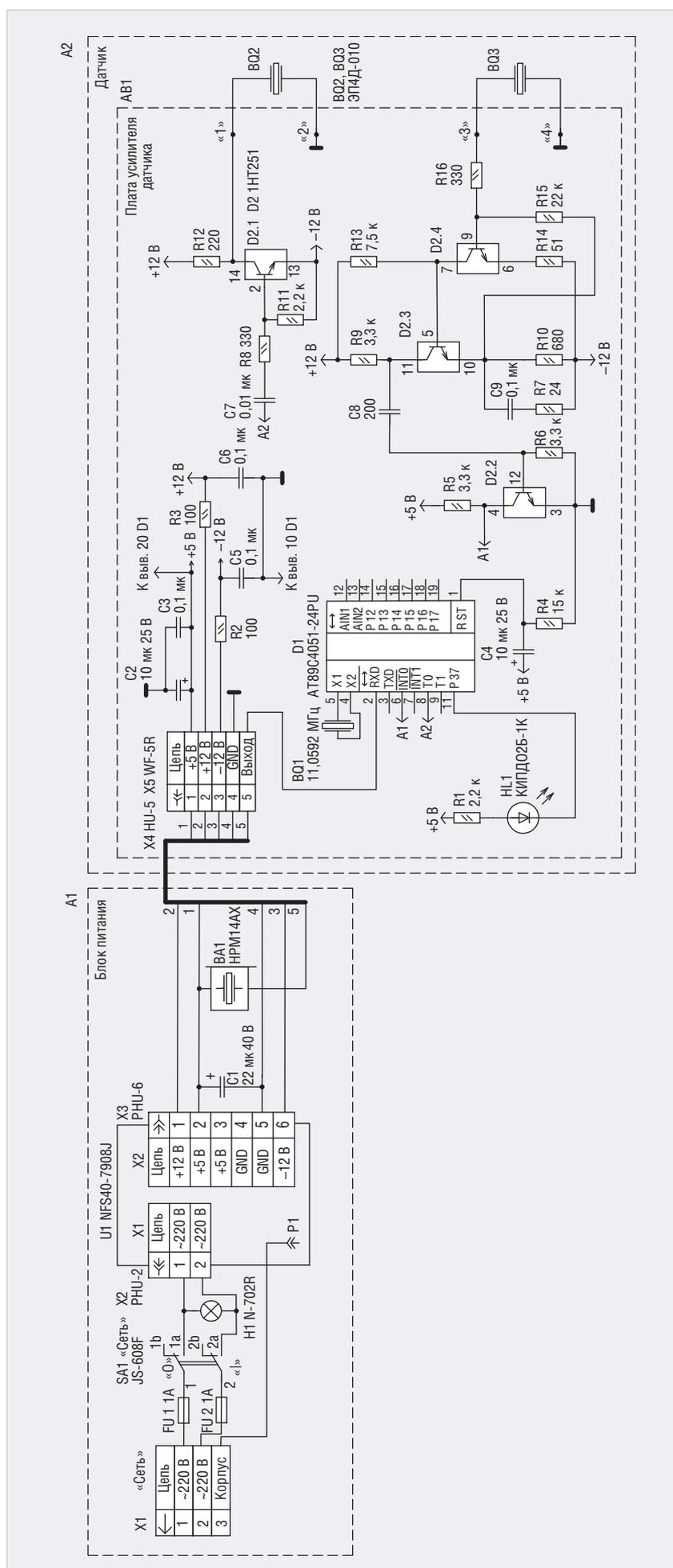


Рис. 1. Принципиальная схема устройства контроля жидкости

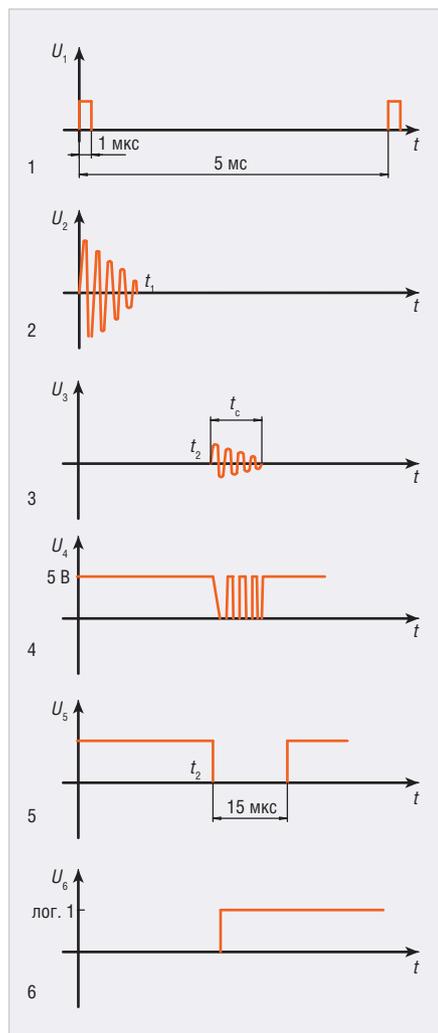


Рис. 2. Осциллограммы, поясняющие работу устройства

ментально установлено, что, например, при комнатной температуре для воды $t_2 \approx 15 \dots 17$ мкс. С пьезоэлемента ВQ3 сигнал поступает на вход двухтактного усилителя, собранного на D2.3 и D2.4. Положительные полуволны сигнала, усиленные двухтактным усилителем, через фильтр C8, R6 поступают на базу элемента D2.2 и с коллектора D2.2 на вывод 6 микроконтроллера D1 (см. рис. 2.4). В микроконтроллере временной селектор организован следующим образом. В момент времени t_2 микроконтроллер начинает анализировать состояние вывода 6 и при наличии уровня лог. 0 устанавливает на выводе 2 сигнал уровня лог. 1. Время $t_2 = 20$ мкс задаётся программно. Отсчёт времени (начало каждого цикла) идёт по фронту запускающего импульса с вывода 8 микроконтроллера D1. С момента времени t_2 микроконтроллер анализирует состояние вывода 6 (ждёт лог. 0) только в течение 15 мкс, т.е. можно сказать, открывает временные «ворота».

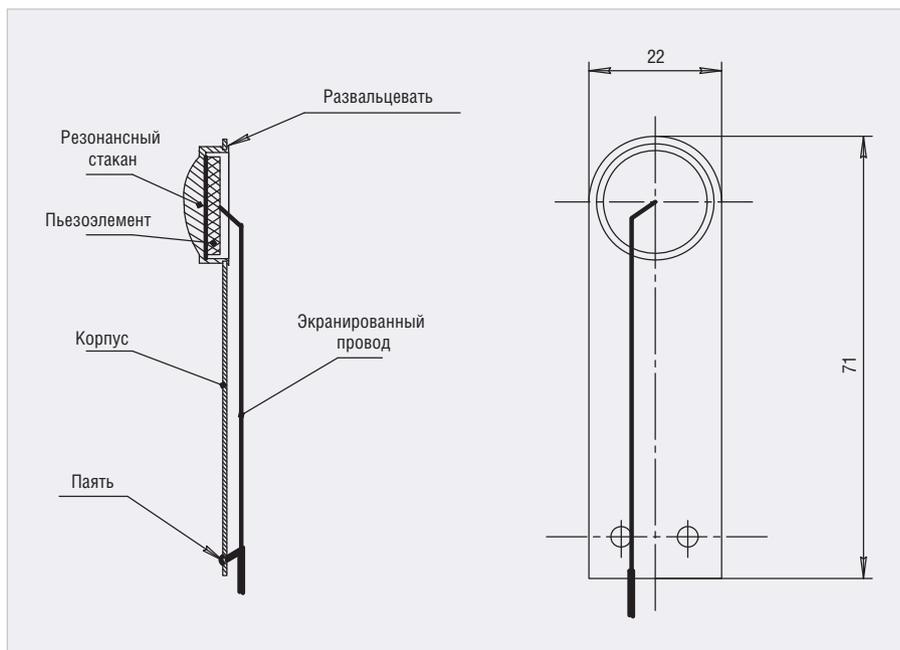


Рис. 3. Внешний вид излучателя (приёмника)

Задержка, равная 20 мкс (см. рис. 2.5), подобрана экспериментально, учитывая среды, с которыми будет работать датчик (раствор глюкозы, физиологический раствор и т.д.). Длительность «ворота» определяется длительностью принимаемого сигнала, приходящего с излучателя через рабочую среду на приёмник. Длительность принимаемого сигнала t_c (см. рис. 2.3) может составлять от 10 до 60 мкс и определяется рядом факторов: пьезоэлементами ВQ2 и ВQ3, качеством их склейки в стаканах приёмника и излучателя, центровкой, коэффициентом усиления транзисторов в транзисторной матрице, акустическим контактом стакана с корпусом ловушки воздуха и т.д. В момент времени t_2 , перед тем как открыть «ворота», микроконтроллер устанавливает вывод 2 в лог. 0.

Таким образом, временные «ворота» настроены только на полезный сигнал по жидкости: если между излучателем и приёмником (в рабочем зазоре) есть жидкость, то в интервале времени $t_2 \dots t_3$ на входе запроса прерывания INT0 (вывод 6 микроконтроллера) будет присутствовать уровень лог. 0; тогда на выводе 2 микроконтроллера будет лог. 1 (см. рис. 2.6), индикатор HL1 датчика будет включён, а пьезоизлучатель звука ВА1 – выключен. Если жидкости нет (воздух), то на выводе 2 микроконтроллера будет лог. 0, индикатор HL1 детектора будет выключен, а пьезоизлучатель звука ВА1 – включён. Время каждого цикла $T_{ц}$ составляет порядка

35 мкс. Период следования запускающих импульсов (время между циклами) – 5 мс. Сигнал по металлу не попадает во временные «ворота». Временной селектор реализован программно. Данная схема управления с описанным алгоритмом работает очень устойчиво и достоверно. Элементы С4 и R4 при подаче напряжения питания +5 В осуществляют системный аппаратный сброс микроконтроллера (сброс происходит при подаче лог. 1 на вход 1 (RST) микроконтроллера). Питающие напряжения поступают на плату усилителя через соединитель X5. Потребление тока по каждому каналу составляет:

- для +5 В не более 20 мА;
- для +12 В не более 10 мА;
- для –12 В не более 10 мА.

С контакта 2 соединителя X1 напряжение +12 В поступает на фильтр из элементов R3, С6. С контакта 3 напряжение –12 В поступает на фильтр из элементов R2, С5. Схема разведена на двусторонней печатной плате размерами 40×70 мм.

В устройстве использованы резисторы типа С2-33Н, подойдут любые другие с погрешностью $\pm 5\%$. Конденсаторы С1, С2, С4 – К50-35 УС1; С3, С5...С7, С9 – К10-176-Н90; С8 – К10-17а-М47. Кварцевый резонатор ВQ1 11,0592 Мгц, тип корпуса НС-49S. Индикатор HL1 КИПД02Б-1К красного цвета. Микроконтроллер типа АТ89С4051-24PU.

Пьезоэлемент ВQ2 является составной частью излучателя датчика. Как уже говорилось ранее, конструктивно излу-

чателю и приёмнику абсолютно одинаковы. Внешний вид излучателя (приёмника) показан на рисунке 3.

В принципиальной схеме (см. рис. 1) передатчик (пьезоэлемент ВQ2) и приёмник (пьезоэлемент ВQ3) взаимозаменяемы. В приёмнике пьезоэлемент (см. рис. 3) приклеивается к резонансным стаканам клеем. Тип пьезоэлемента – ЭПЧД-010. Пьезоэлемент с обеих сторон имеет металлизированное напыление. При склейке необходимо выдержать особый технологический режим, т.к. от этого зависит получение идентичных акустических параметров как приёмника, так и излучателя. В [1] приведены конструкции сигнализаторов, в которых крепление пьезопластин (пьезоэлементов) осуществляется с помощью цилиндрических и тарельчатых пружин: пружины поджимаются гайкой либо стопорным кольцом. Независимо от способа крепления, необходимо обеспечить хороший акустический контакт между пьезоэлементом и внутренней поверхностью доньшка стакана (см. рис. 3). В передатчике центральная жила экранированно-

го провода (см. рис. 3) припаивается к пьезоэлементу и к клемме 1 на плате усилителя (см. рис. 1), а наружная оплётка провода (экран) – к корпусу и к клемме 2 на плате усилителя. Соответственно, в приёмнике центральная жила экранированного провода (см. рис. 3) припаивается к пьезоэлементу и к клемме 3 на плате усилителя (см. рис. 1), а наружная оплётка провода (экран) – к корпусу и к клемме 4 на плате усилителя. Тип провода – МГТФэ-1×0,12. При пайке центральной жилы экранированного провода к пьезоэлементу необходимо выдержать особый температурный режим, чтобы металлизированное напыление не отделилось от корпуса пьезоэлемента. После выдержки место пайки заливается клеем.

Ловушка воздуха инфузионной магистрали вставляется в держатель ловушки воздуха датчика. Внешний вид датчика с ловушкой воздуха инфузионной магистрали фирмы KDM внешним диаметром $d=15$ мм представлен на рисунке 4.

Описанный вариант устройства контроля является недорогим, достаточно прост в эксплуатации, надёжен, обла-

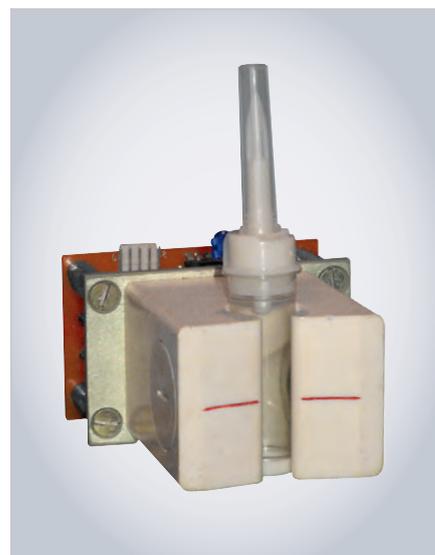


Рис. 4. Внешний вид датчика с ловушкой воздуха инфузионной магистрали фирмы KDM

дает небольшим энергопотреблением и отвечает всем требованиям, предъявляемым к медицинской технике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабиков О.И. Ультразвуковые приборы контроля. – Л.: Машиностроение, 1985. – 117 с.



АО «Компонента» - официальный дистрибьютор Weipu в России



ВОДОНЕПРОНИЦАЕМЫЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ЗАЩИЩЕННЫЕ РАЗЪЕМЫ WEIPU

СЕРИЯ SF



Тип соединения: push-pull
 Материал оболочки: Хромированная латунь
 Материал внутри: PPS
 Материал контактов: Позолоченная латунь
 Степень защиты: IP67
 Температурный диапазон: -40 °C +85 °C
 Количество контактов: от 2 до 12
 Изоляционное сопротивление: 2000 MΩ
 Цена: от \$7 за комплект

АО «Компонента»
 +7 (495) 150-2-150

www.komponenta.ru
 info@komponenta.ru

На правах рекламы.

НОВОСТИ МИРА

**АФК «СИСТЕМА» И «РОСТЕХ»
ОБЪЯВИЛИ О СЛИЯНИИ АКТИВОВ
В МИКРОЭЛЕКТРОНИКЕ**

«Ростех» и АФК «Система» договорились о создании совместного предприятия в области микроэлектроники. АФК доплатит «Ростеху» 1,35 млрд руб., получит контрольный пакет в совместной компании и назначит своего главу.

Стороны внесут в объединённую компанию совокупно контрольные доли в 19 предприятиях в области разработки, производства и дизайн-центров микроэлектроники. Сделка должна завершиться до конца первого квартала 2019 года. Однако её закрытие будет зависеть от выполнения ряда отлагательных условий, в том числе согласования регулируемыми органами.

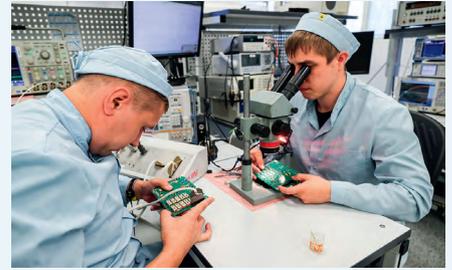
«РТИ-Микроэлектроника» получит 50% плюс одну акцию объединённой компании, 50% минус одна акция будут принадлежать «Ростеху» и «Росэлектронике» (доли владения компании не уточнили).

В течение 18 месяцев с момента закрытия сделки АФК выплатит «Ростеху» 1,35 млрд руб. Учитывая разницу в стоимости вносимых активов, АФК «Система» выкупит у «Ростеха» долю до контрольной

за 1,35 млрд руб. Расчёты должны произойти в течение полутора лет, на период рассрочки начисляются проценты в размере ставки ЦБ.

По словам источника, близкого к «Системе», объединённую компанию возглавит один из топ-менеджеров «Системы». Однако его имя собеседник РБК не назвал. Информацию о том, что СП возглавит представитель АФК, представитель «Ростеха» комментировать не стал.

О том, что «Ростех» и АФК «Система» обсуждают слияние активов в микроэлектронике и производстве электронного оборудования, впервые стало известно в ноябре 2016 года. Тогда речь шла о слиянии Объединённой приборостроительной корпорации (ОПК) и «Росэлектроники» со стороны «Ростеха» с принадлежащими «Системе» концерном РТИ и «Микроном». Спустя полгода, в июне 2017 года, стороны официально заключили соглашение о намерении создать объединённую компанию, но позже сделка была заморожена на фоне судебных разбирательств «Системы» и «Роснефти», которая требовала компенсировать ущерб, который нанесла АФК компании «Башнефть», когда являлась её владельцем.



В мае 2018 года источники, близкие к «Системе» и «Ростеху», рассказывали РБК, что сделку всё-таки собираются закрыть, а СП в итоге объединит 20 предприятий в области микроэлектроники. В качестве срока завершения сделки указывался конец мая – начало июня. Оба источника утверждали, что контроль в совместном предприятии получит АФК, при этом корпорация помимо своих активов придётся внести в него ещё 1,5 млрд руб.

Позже стороны сделки называли новые сроки создания СП, но они постоянно переносились.

Как рассказал недавно основной владелец «Системы» Владимир Евтушенков, впоследствии к СП также могут присоединить ещё одного производителя микроэлектроники – «Ангстрем».

РБК

innodisk

ДЕЙСТВУЙ НА ОПЕРЕЖЕНИЕ

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

PROSOFT®

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636
INFO@PROSOFT.RUWWW.PROSOFT.RU

Реклама



ЭЛЕКТРО



28-я международная выставка
«Электрооборудование. Светотехника.
Автоматизация зданий и сооружений»

www.elektro-expo.ru

15–18
АПРЕЛЯ 2019



Реклама 12+



60  Организатор:
ЭКСПОЦЕНТР

При поддержке Министерства
промышленности и торговли РФ

Под патронатом ТПП РФ

Методология разработки радиолокационного приёмника с большим динамическим диапазоном и низким коэффициентом шума

Юрий Цыпленков (synthesprom@yandex.ru),
 Виктор Овчинников (ovchinnikovvg@yandex.ru),
 Владислав Баранов (dj_poteha@mail.ru)

Для обнаружения малоразмерных малозаметных низкоскоростных целей на малой дальности на фоне отражений от земной поверхности и местных предметов требования к приёмному устройству многолучевого радиолокатора оказываются крайне высокими в части обеспечения большого динамического диапазона по компрессии 1 дБ, низкого коэффициента шума и малого энергопотребления. Решению обозначенной проблемы в пространстве диаметрально противоречивых параметров посвящена данная статья, где формулируется задача структурно-параметрического синтеза, рассматриваются методы оптимизации структуры и входящих в неё элементов, определяются базовые алгоритмы для поиска общего и частного решений указанной задачи.

Задача обнаружения малоразмерных малозаметных низкоскоростных целей на малой дальности появилась в результате поиска наиболее эффективных методов защиты стратегически важных объектов от несанкционированного проникновения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) на прилегающую к охраняемому объекту территорию. Сложность задачи заключается в том, что исследуемый объект имеет малую эффективную площадь рассеяния и непредсказуемый характер движения. Появление БПЛА на расстоянии 150–200 метров от охраняемого объекта усложняет обнаружение и захват цели, т.к. для большинства средств ПВО нижняя граница зоны обнаружения начинается с 5 км. С другой стороны, имеет место мощное отражение зондирующего сигнала от земной поверхности. В связи с этим задача обнаружения и распознавания слабого сигнала на фоне сильных помех является весьма актуальной [1].

В качестве основного средства борьбы с несанкционированным вторжением выступает многолучевой радиолокатор, который позволяет обнаруживать, сопровождать, измерять параметры движения цели с высокой точностью и выдавать данные в центр управления огневой подготовкой. Это достигается за счёт использования в радиолокаторе малощумящего быстродействующего синтезатора опорных частот с низким уровнем побочных спектральных составляющих, приёмного устройства

с большим динамическим диапазоном и цифровой обработкой сигнала с длительным временем накопления.

В данной статье будут затронуты основные принципы построения многоканального радиолокационного приёмника с большим динамическим диапазоном, разработанного специально для обнаружения БПЛА в условиях воздействия пассивных помех в виде отражений от земной поверхности, метеорологических объектов и местных предметов.

Одной из основных проблем, возникающих при создании многоканального приёмного устройства, является одновременное обеспечение большого динамического диапазона, низкого коэффициента шума, достаточной межканальной развязки и малого энергопотребления. Настоящая статья посвящена поиску методов увеличения линейного динамического диапазона или динамического диапазона по компрессии 1 дБ, ограниченного сверху таким параметром, как точка односторонней компрессии [2], а снизу – минимально возможным уровнем сигнала, который способен принять и идентифицировать в надлежащем качестве радиолокационный приёмник. Следует отметить, что меры улучшения динамического диапазона по компрессии 1 дБ справедливы лишь при условии сохранения низкого значения коэффициента шума, глубокой межканальной развязки и малого энергопотребления.

В связи со сложностью процесса разработки конечного продукта всё большую роль в решении широкого класса задач играют возможности информационных технологий, представляющих собой упорядоченный процесс реализации некоторых операций обработки информации [3].

Введём ряд понятий, которые будут использоваться в данной статье для обозначения наиболее значимых процессов. Понятие *поиска* соответствует процессу решения так называемой задачи *синтеза*, которая, как обратная по отношению к задаче анализа, является наиболее важной при создании системы, когда заданы её функции и необходимо найти её структуру. При этом задача *анализа* соответствует классическому понятию процесса решения так называемой прямой задачи при структурно-функциональном подходе, когда задана структура системы и требуется найти её функции (показатели качества функционирования). Понятие *решения* относится к результату поиска или синтеза – определённой структуре создаваемой системы [3].

Вкратце рассмотрим методологию решения системных задач синтеза на основе информационных технологий и систем. Она включает в себя закономерности функционирования и развития систем, методы их синтеза, а также экспертные и вычислительно-поисковую системы на их основе.

При выполнении системных исследований, создании новых систем и устройств приходится сталкиваться с разрешением проблемы их синтеза. Представим объект исследования двумя характерными сторонами. Первая, внутренняя сторона объекта, определяет его внутреннее состояние, а вторая – внешняя сторона, относится к выполнению объектом определённых функций, необходимых внешнему потребителю.

Внутреннее состояние объекта характеризуется вектором состояния или структуры объекта:

$$\vec{S} = (s_1, \dots, s_i, \dots, s_m), \quad (1)$$

где s_i есть i -я составляющая \bar{S} вектора или просто i -я переменная ($i = \overline{1, m}$). Значение m характеризует размерность вектора и во многих случаях связано со сложностью объекта.

Выполняемые объектом функции качественно характеризуются определёнными свойствами, а количественно – отражающими эти свойства показателями качества функционирования объекта. В итоге функционирование объекта характеризуется совокупностью *единичных показателей качества функционирования*:

$$K = \{K_\mu | \mu = \overline{1, n}\}, \quad (2)$$

где K_μ есть μ -й единичный показатель качества функционирования ($\mu = \overline{1, n}$), K – обобщённый показатель качества функционирования. Число n связано с многофункциональностью объекта и во многом определяет его сложность.

Сформулируем логическую постановку задач анализа и синтеза:

- **Задача анализа.** Задан вектор \bar{S} , определить (прямая задача).
- **Задача синтеза.** Задано K , найти вектор \bar{S} (обратная задача).

Другими словами, под синтезом в данной задаче понимается поиск таких значений составляющих s_i ($i = \overline{1, m}$) век-

тора состояния \bar{S} системы, которые обеспечивали бы заданные или наилучшие значения единичных показателей K_μ системы ($\mu = \overline{1, n}$), входящих в обобщённый показатель качества K . При проведении разработки многоканального приёмного устройства ставится именно задача синтеза. При этом в качестве обобщённого показателя K фигурирует техническое задание (ТЗ) на разработку объекта новой техники с включёнными в него отдельными требованиями заказчика (единичными показателями качества K_μ). В качестве же искомого вектора \bar{S} выступает сам продукт разработки (прибор, модуль, блок и т.п.) с входящими в него технически реализованными составляющими вектора \bar{S} в виде отдельных элементов s_i этой разработки.

Математическая постановка задачи синтеза: пусть множество D допустимых состояний системы имеет конечное число t элементов \bar{S}_ξ ($\xi = \overline{1, t}$) в виде всех допустимых решений поставленной задачи. Тогда целью решения задачи синтеза является выбор такого состояния системы $\bar{S}_\xi \equiv S_\xi^o$ (её варианта), при котором достигается возможно

большее значение *обобщённого показателя качества*:

$$K^o = K(\bar{S}_\xi^o) = \max_{\bar{S}_\xi \in D} K(\bar{S}_\xi). \quad (3)$$

Найденный вариант \bar{S}_ξ^o системы будем называть оптимальным по определённым критериям.

Процесс синтеза новых решений представляет собой итерационный процесс в замкнутом цикле, который начинается с задачи анализа, сменяющейся задачей синтеза, результат которой через обратную связь подаётся на вход блока анализа, и процесс повторяется до тех пор, пока не будет выполняться тождество:

$$K^k \equiv K^o, \quad (4)$$

где K^k – обобщённый показатель качества функционирования на k -м шаге, K^o – оптимальное значение показателя K .

Под методологией проектирования приёмного устройства с заданным набором характеристик следует понимать совокупность методов упорядочивания технической системы, наделённой совокупностью уникальных свойств, определяющих качество системы для конечного потребителя. Данная система является структурой, состоящей из набора



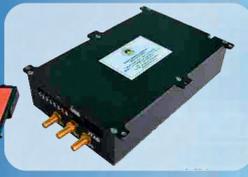
SYNTHESIZER

Новый доплеровский метеорадиолокатор X-диапазона: замена или модернизация МРЛ-5?

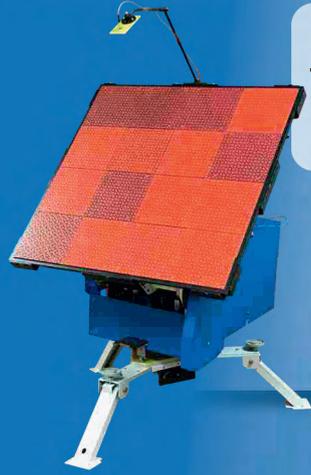










Трудное мы делаем сразу, «невозможное» требует несколько больше времени!



ООО «СИНТЕЗАТОР-НН»

<http://www.synthesizer-nn.com>

Нижний Новгород - 2019

Реклама



Рис. 1. Иерархическое представление средств методологии

взаимосвязанных элементов, несущих вполне определённую функциональную нагрузку с целью приведения системы в другое состояние. Уникальные свойства система приобретает в результате согласованного взаимодействия её элементов, на выходе которого получается комплекс ключевых характеристик, ожидаемых заказчиком. Наиважнейшими характеристиками приёмного устройства являются динамический диапазон по компрессии 1 дБ, коэффициент шума, межканальная развязка и потребляемая мощность. К отличительным особенностям методологии синтеза новых решений относятся:

- системный подход к формированию методологии;
- сочетание формализованных и неформализованных подходов;
- инновационный характер;
- компьютерная реализация.

Системный подход к формированию методологии заключается в её структурировании в виде отдельных, но вместе с тем связанных этапов системных исследований, а также в иерархичности представления в них знаний в виде совокупностей средств (законов функционирования и развития систем, методов их синтеза, экспертных и вычислительно-поисковой систем на основе этих методов). Структурирование в виде этапов системных исследований определяется тем, что отдельные этапы логически вытекают из иерархии задач синтеза. Особенно следует подчеркнуть необходимость решить весь комплекс задач, а не какую-то одну из них.

Последовательность решения таких задач можно назвать *сквозным системным синтезом*, который включает в себя пять этапов:

1. Формирование исходных данных.
2. Синтез принципиального решения (ПР).
3. Синтез общего решения (ОР).
4. Синтез частотного решения (ЧР).

Таблица 1. Основные характеристики многоканального приёмного устройства

№	Наименование параметра	Значение параметра
1	Диапазон входных частот, МГц	2700...3000
2	Коэффициент шума, дБ, не более	2,5
3	Ширина полосы фильтра основной избирательности, МГц, не менее	30
4	Межканальная развязка, дБ, не менее	60
5	Динамический диапазон по компрессии 1 дБ, дБ, не менее	90
6	Количество приёмных каналов	4
7	Потребляемая мощность, Вт, не более	27
8	Динамический диапазон по побочным спектральным составляющим в полосе от 10 кГц до 1 МГц относительно выходной частоты, дБ, не менее	75
9	Коэффициент стоячей волны по напряжению, не более	1,5

5. Проверка функционирования системы.

Иерархичность представления средств методологии при выполнении этапов в виде определённой их совокупности выступает как последовательность законов функционирования и развития систем, методов их синтеза, а также экспертных и вычислительно-поисковой систем на их основе. Иерархичность является наиболее обоснованной при системном подходе, поскольку реализует переход от высшего уровня знаний к низшему (см. рис. 1). Эта последовательность может быть различной на разных этапах в зависимости от характерных для них формализованных или неформализованных подходов. Рассмотрим более подробно содержание перечисленных этапов применительно к разработке многоканального приёмного устройства.

ФОРМИРОВАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

Этот этап, как правило, включает в себя обоснование исходных данных для системного исследования с различными ограничивающими условиями и формирования обобщённого показателя качества K_1 аналогично записи (2). Сначала необходимо изучить *функционирование системы* и выбрать совокупность $\{K_\mu | \mu = \overline{1, n}\}$ требуемых единичных показателей K_μ из общего числа N принципиально возможных ($n \leq N$). Эти единичные показатели должны в наибольшей мере определять качество синтезируемой системы и удовлетворять условиям работы в надсистеме с учётом ряда ограничений. Затем нужно решить один из главных вопросов данного этапа – формирование обобщённого показателя качества: $K_1 = \{K_\mu | \mu = \overline{1, n}\}$, (5) который должен состоять из единичных показателей качества $K_1 = \{K_\mu | \mu = \overline{1, n}\}$ и выступать как обобщённый критерий эффективности решения задачи синтеза системы.

Приступая к выполнению 1-го этапа, рассмотрим основные пункты ТЗ на многоканальное приёмное устройство. Очевидно, что обобщённый показатель качества функционирования K представляет собой вектор наиболее значимых технико-экономических характеристик, которые, приводятся в ТЗ на выполнение опытно-конструкторской работы. Для решения поставленной узконаправленной задачи ограничимся 9 параметрами (см. табл. 1).

К исходным данным также относятся формирование и обоснование следующих частных совокупностей ограничений или ограничивающих условий:

- $C_1 = \{K_\mu | \mu = \overline{1, n}\}$ – совокупность ограничений, накладываемых на единичные показатели качества K_μ ;
- $C_2 = \{L_\alpha | \alpha = \overline{1, A}\}$ – совокупность ограничений, накладываемых на условия функционирования объекта синтеза (ограничения на механические и климатические условия);
- $C_3 = \{N_\beta | \beta = \overline{1, B}\}$ – совокупность ограничений, накладываемых на структуру объекта – признаки и параметры его элементов (по технологическим и эргономическим условиям);
- $C_4 = \{P_\gamma | \gamma = \overline{1, \Gamma}\}$ – производственные ограничения (особенности технологии изготовления печатных плат (ПП): ширина дорожек, зазор между дорожками, диаметры отверстий на внутреннем и внешнем слоях, доступность в производстве материала ПП; электромагнитная совместимость узлов приёмного тракта – наличие поглощающих материалов);
- $C_5 = \{M_\delta | \delta = \overline{1, \Delta}\}$ – ограничения на элементную базу: разрешения военного представительства на использование элементной базы в данном изделии; ограничения иностранных государств на ввоз импортных материалов и элементов.

Таким образом, общая совокупность C исходных данных представляет собой сочетание следующих составляющих:

$$C = \{K_1, C_1, C_2, C_3, C_4, C_5\}. \quad (6)$$

Входящие в совокупность (6) составляющие $K_1, C_1, C_2, C_3, C_4, C_5$ большей частью взаимозависимы и противоречивы. Ввиду этого в большинстве случаев на практике на 1-м этапе не удаётся окончательно сформировать общую совокупность C исходных данных для всего процесса системного исследования, поэтому часто приходится уточнять или разделять совокупность C на последующих этапах синтеза, а иногда даже корректировать после завершения всех его этапов (с последующим повторением синтеза). Отсюда синтез сложных систем, таких как многоканальное приёмное устройство, является, как правило, многоступенчатым и итерационным процессом.

СИНТЕЗ ПРИНЦИПИАЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

На данном этапе решаются принципиальные вопросы создания объекта, при которых учитываются и рассматриваются лишь основные особенности его структуры, наиболее эффективно обеспечивающие его основные функции. Принципиальное решение может быть описано как совокупность, состоящая из множества структурных элементов, соответствующих определённым эффектам \mathcal{E}_p объединённых с множеством $\Pi_i^{вх}$ входных и множеством выходных связей в виде потоков энергии, вещества и информации (сигналов):

$$PP = \{\Pi_i^{вх} \cup (s_i \leftrightarrow \mathcal{E}_i) \cup \Pi_i^{вых} \mid i = \overline{1, m}\}. \quad (7)$$

Естественно, на данном этапе требуется довольно высокий уровень абстракции, чтобы учитывать самое главное и принципиальное, не вдаваясь в детали реализации системы.

В соответствии с изложенным содержанием 2-го этапа сначала необходимо сформировать совокупность C' исходных данных для его реализации:

$$C' = \{K_2, C_1', C_2', C_3', C_4', C_5'\}. \quad (8)$$

Здесь $K_2, C_1', C_2', C_3', C_4', C_5'$ представляют собой совокупности, аналогичные (5) и (6), но скорректированные в соответствии с требуемым уровнем абстракции.

Для реализации данного этапа должна быть решена следующая *экстремальная задача* синтеза:

$$K_2^o \rightarrow \max_{PP \in D_2} K_2(PP). \quad (9)$$

Здесь K_2 – значение критерия эффективности решения данной задачи, сформулированного определённым образом

на основе выбранной совокупности C' исходных данных; PP – совокупность (7), характеризующая состояние (структуру) объекта синтеза; $K_2(PP)$ – целевая функция, выражающая связь между функциональной стороной объекта (критерий эффективности) и структурной стороной объекта синтеза (структура PP).

При решении экстремальной задачи (9) необходимо найти такое значение PP путём вариации составляющих его входных $\Pi_i^{вх}$ и выходных $\Pi_i^{вых}$ потоков, а также различных эффектов вместе с их носителями (структурными элементами) s_p , которое обеспечивает экстремальное или возможно максимальное значение критерия эффективности $K_2 = K_2^o$. Характерная особенность экстремальной задачи синтеза для данного этапа – невозможность в подавляющем большинстве случаев формализовать протекающие в системе процессы. Отсюда следует невозможность сформировать целевую функцию $K_2(PP)$ с математически выраженной зависимостью между K_2 и PP .

Поскольку многоканальное приёмное устройство представляет собой сильно структурированную систему, то поиск принципиального решения будет осуществлён с использованием средств методологии M' (2) в виде иерархической совокупности, состоящей из закона соответствия функций и структуры \mathcal{Z}_c , морфологического метода синтеза и анализа M_m и экспертной системы \mathcal{E}_m на основе морфологического метода:

$$M' = \{\mathcal{Z}_c \Rightarrow M_m \Rightarrow \mathcal{E}_m\}. \quad (10)$$

Опираясь на закон соответствия функций и структуры, приступим к поиску PP , используя морфологический метод синтеза и анализа, состоящий из ряда шагов. Во-первых, проведём анализ существующих способов увеличения динамического диапазона по компрессии 1 дБ (при условии коэффициента шума не более 2,5) и выберем ключевые, которые можно использовать в системном поиске:

1. Установка на входе приёмника ограничителя сигналов, который будет нормировать большие сигналы с уровнем мощности порядка 1 Вт (+30 дБм) к некоторому безопасному для входных каскадов уровню.
2. Использование системы временной автоматической регулировки усиления (ВАРУ) в тракте приёмного устройства.
3. Применение входных малошумящих высокочастотных усилителей с большим динамическим диапазоном по компрессии 1 дБ.

4. Двойное преобразование частоты с помощью двойных балансных смесителей с повышенным динамическим диапазоном.

5. Фильтры на поверхностных акустических волнах (ПАВ) для повышения спектральной чистоты сигналов в ближней зоне.

6. Отключение первого усилителя при наличии большого сигнала на входе (перевод усилителя в режим Bypass).

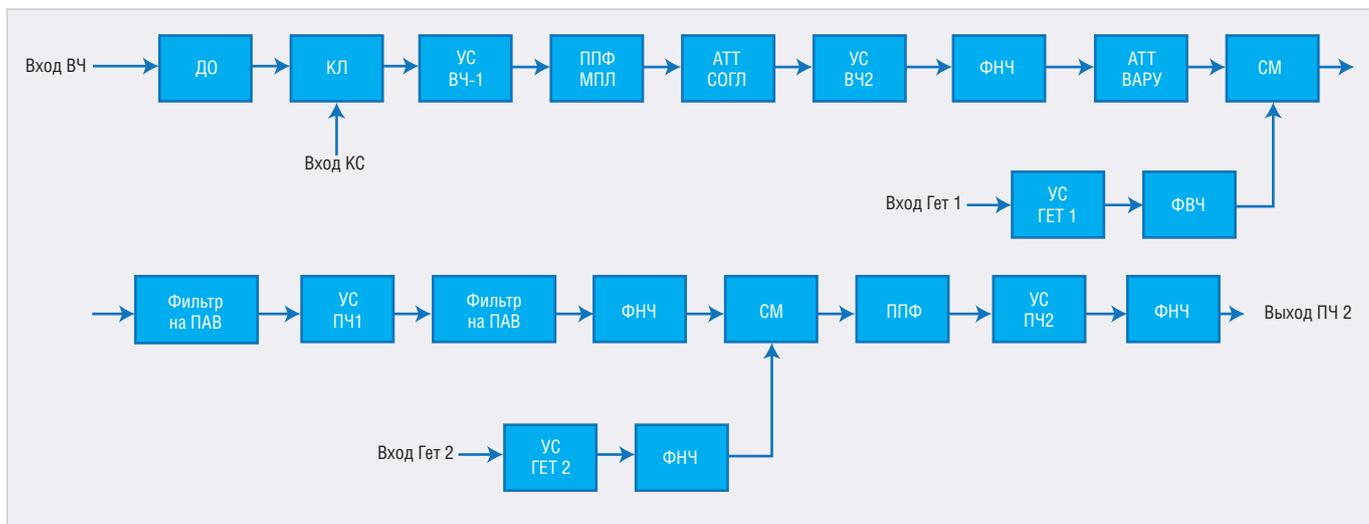
7. Оптимальное распределение усиления по тракту для расширения динамического диапазона по компрессии 1 дБ при заданных ограничениях на коэффициент шума.

Первые пять способов были использованы при проектировании макетного образца 4-канального приёмного устройства. В результате их совместного применения достигнут динамический диапазон по компрессии 1 дБ порядка 89 дБ, чем и была обеспечена возможность приёма сильных сигналов, отражённых от земной поверхности в режиме закрытия ключа.

Использование 6-го способа крайне нежелательно для получения непрерывного во времени радиолокационного изображения, т.к. ступенчатое включение и отключение усилителя может привести к потере информации об объекте обнаружения в ближней зоне (до 1 км).

В связи с жёсткими требованиями, предъявляемыми к радиолокационным приёмникам для обнаружения БПЛА, необходимость применения 7-го способа наряду с первыми пятью является крайне необходимой мерой, позволяющей достичь экстремальных показателей по динамическому диапазону и коэффициенту шума. Суть метода заключается в последовательной многоступенчатой оптимизации приёмного тракта за счёт введения цифровых аттенуаторов с шагом перестройки коэффициента ослабления 0,5 дБ с последующей их заменой на фиксированные (при серийном производстве). Для плавной регулировки динамического диапазона приёмника при большом входном сигнале и для обнаружения целей в любом канале дальности желательно ввести быстродействующий аттенуатор с аналоговым управлением, который будет использован в качестве ВАРУ.

В результате системного поиска получено принципиальное решение задачи синтеза в виде структурной схемы



Примечание: ДО – диодный ограничитель, КЛ – ключ, УС ВЧ-1 – первый усилитель высокой частоты, ППФ МПЛ – полосно-пропускающий фильтр, выполненный на микрополосковых линиях передачи, АТТ СОГЛ – аттенуатор согласующий, УС ВЧ-2 – второй усилитель высокой частоты, ФНЧ – фильтр нижних частот, АТТ ВАРУ – аттенуатор временной автоматической регулировки усиления, СМ – смеситель, УС ГЕТ-1 – усилитель первого гетеродина, ФВЧ – фильтр верхних частот, Фильтр на ПАВ – фильтр на поверхностных акустических волнах, УС ПЧ-1 – первый усилитель промежуточной частоты, ППФ – полосно-пропускающий фильтр, УС ПЧ-2 – второй усилитель промежуточной частоты, УС ГЕТ-2 – усилитель второго гетеродина.

Рис. 2. Структурная схема приёмного канала многоканального приёмного устройства

одного приёмного канала, представленной на рисунке 2.

СИНТЕЗ ОБЩЕГО РЕШЕНИЯ

На этом этапе снимается большинство идеализаций, вводимых на 2-м этапе, и ставится задача синтеза общего решения объекта с учётом более конкретных показателей качества. Исходным объектом $S_{ис}$ может служить полученное на 2-м этапе принципиальное решение ПР в виде структуры, а конечным – ОР в виде некоторой знаковой или образной модели (пространственной структуры \bar{S}).

Первоначально на 3-м этапе проектирования необходимо сформировать совокупность C'' исходных данных ($C'' \subset C$) для этого этапа:

$$C'' = \{K_3, C_1'', C_2'', C_3'', C_4'', C_5''\}, \quad (11)$$

где $K_3, C_1'', C_2'', C_3'', C_4'', C_5''$ – совокупность ограничений, аналогичных совокупностям (5) и (6). В формуле (11) для технических систем рассматривается совокупность $K_3 = \{K_\mu | \mu = 1, n\}$, в которой n показателей качества может быть существенно больше, чем на 2-м этапе синтеза, поскольку она должна включать в себя целый ряд дополнительных показателей: показатели надёжности – сохраняемость, долговечность, безотказность; конструктивные показатели – малогабаритность, устойчивость к механическим и климатическим воздействиям, воздействиям электромагнитных полей; экономические показатели – экономичность изготовления, обслуживания, ремонта и т.д.

Для решения вопросов синтеза на 3-м этапе ставится следующая экстремальная задача:

$$K_3^o = \max_{OP \in D_3} K_3(OP). \quad (12)$$

При этом ищется такое состояние системы (её структура) $OP \equiv OP_\xi^o$ на заданном множестве D_3 , которое обеспечивает наибольшее возможное значение критерия эффективности решения задачи синтеза (обобщённо-го показателя качества):

$$K_3(OP_\xi^o) = \max_{OP \in D_3} K_3(OP). \quad (13)$$

Сформулированная экстремальная задача (12) соответствует общей постановке задачи синтеза (3), однако при синтезе многоканального приёмного устройства на этом этапе весьма затруднительно математически записать $K_3(OP)$ и формализовать функционирование объекта – т.е. для такого класса объектов не удаётся поставить экстремальную задачу синтеза в виде задачи математического программирования.

Поиск общего решения задачи синтеза осуществляется при совместном использовании морфологического и компьютерного методов синтеза. Для этого проводится анализ принципиального решения и вычисляются основные технические характеристики (функции K_3) системы с помощью программы ADsimRF (интерактивной программы от компании Analog Devices для расчёта передающих и приёмных радиотрактов [2]). Часть исходных параметров для расчёта радиотрактов задаётся разработчиком. К ним относятся:

- количество звеньев радиотракта (Number of Stages);
- значение входной мощности (Input Power);

- значение полосы сигнала (Analysis Bandwidth);
- значение пик-фактора (PEP-to-RMS Ratio);
- запас от точки однодецибельной компрессии (точка, в которой отклонение амплитудной характеристики устройства от идеальной составляет 1 дБ) (P1dB Backoff Warning);
- запас относительно точки компрессии пиковой мощности для каждого элемента радиотракта (Peak Backoff Warning);
- минимальное отношение сигнал/шум для демодулятора (Min S/N for Demod).

Проектирование приёмного ВЧ-тракта заключается в выборе и наполнении звеньев конкретными элементами (микросхемами). При выборе элементов ключевыми становятся такие характеристики, как коэффициент усиления элемента (Power Gain), точки однодецибельной компрессии по входу (IIP1) и выходу (OIP1) элемента, точки пересечения интермодуляционных искажений 3-го порядка по входу (IIP3) и выходу (OIP3) элемента, коэффициент шума (Noise Figure), напряжение питания (Voltage) и ток потребления (Current). Данная программа удобна в использовании и наглядно демонстрирует прохождение сигнала по цепи (см. рис. 3).

Рассчитав основные характеристики приёмного тракта, можно построить матрицу несоответствий, в которой отражены наименование параметра, значения параметров по ТЗ, значе-

ния расчётных параметров и проверка условия на выполнение ТЗ. Фрагмент матрицы несоответствий представлен в таблице 2. Очевидно, что наличие ряда несоответствий заставляет прибегнуть к структурно-параметрической оптимизации с использованием алгоритмов экстремального поиска (компьютерный метод синтеза).

Оптимизацию технической системы можно рассматривать как процесс решения противоречий [3] между комплексом требуемых параметров, отражённых в ТЗ, и совокупностью параметров некоторого базового варианта системы. Другими словами, оптимизация – это приведение системы к вполне определённому состоянию S_0^* с заданным качеством функционирования K^0 .

Компьютерный метод синтеза позволяет определить при заданных ограничениях наилучшие значения параметров оптимизации, при которых достигается максимум целевой функции (5). Одним из таких параметров выступает коэффициент ослабления аттенуатора ВАРУ. Подбор конкретного элемента по заданному комплексу характеристик осуществляется с помощью морфологической матрицы [3]. В результате поиска экстремального решения целевой функции получается детализированная функциональная схема приёмного канала, представленная на рисунке 4.

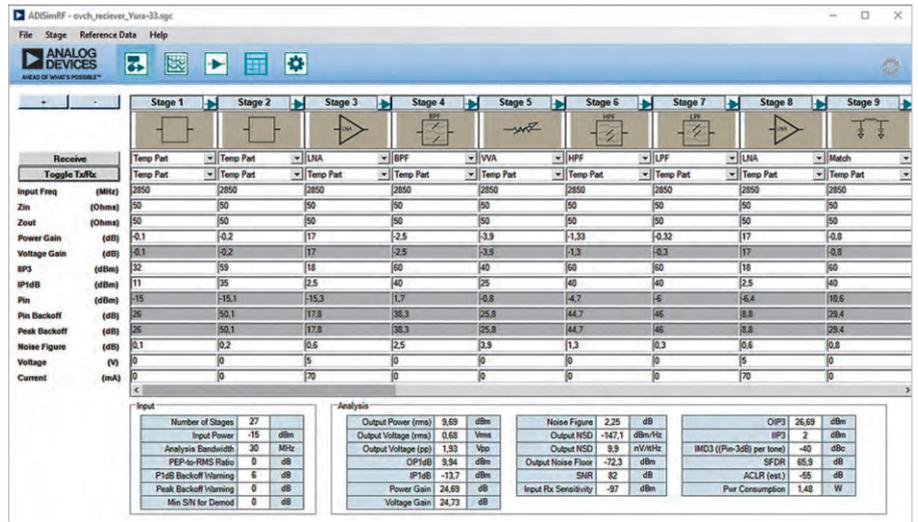


Рис. 3. Основное окно программы ADIsimRF

Таблица 2. Матрица несоответствий

№	Наименование параметра	Значение по ТЗ	Расчётное значение	Проверка условия выполнения ТЗ
1	Диапазон входных частот, МГц	2700...3000	2700...3000	Соответствует
2	Коэффициент шума, дБ, не более	2,5	2,25	Соответствует
3	Ширина полосы фильтра основной избирательности, МГц, не менее	30	30	Соответствует
4	Межканальная развязка, дБ, не менее	60	53	Не соответствует
5	Динамический диапазон по компрессии 1 дБ, дБ, не менее	90	82	Не соответствует
6	Количество приёмных каналов	4	4	Соответствует
7	Потребляемая мощность, Вт, не более	27	35	Не соответствует
8	Динамический диапазон по побочным спектральным составляющим в полосе от 10 кГц до 1 МГц относительно выходной частоты, дБ, не менее	75	81	Соответствует
9	Коэффициент стоячей волны по напряжению, не более	1,5	1,5	Соответствует

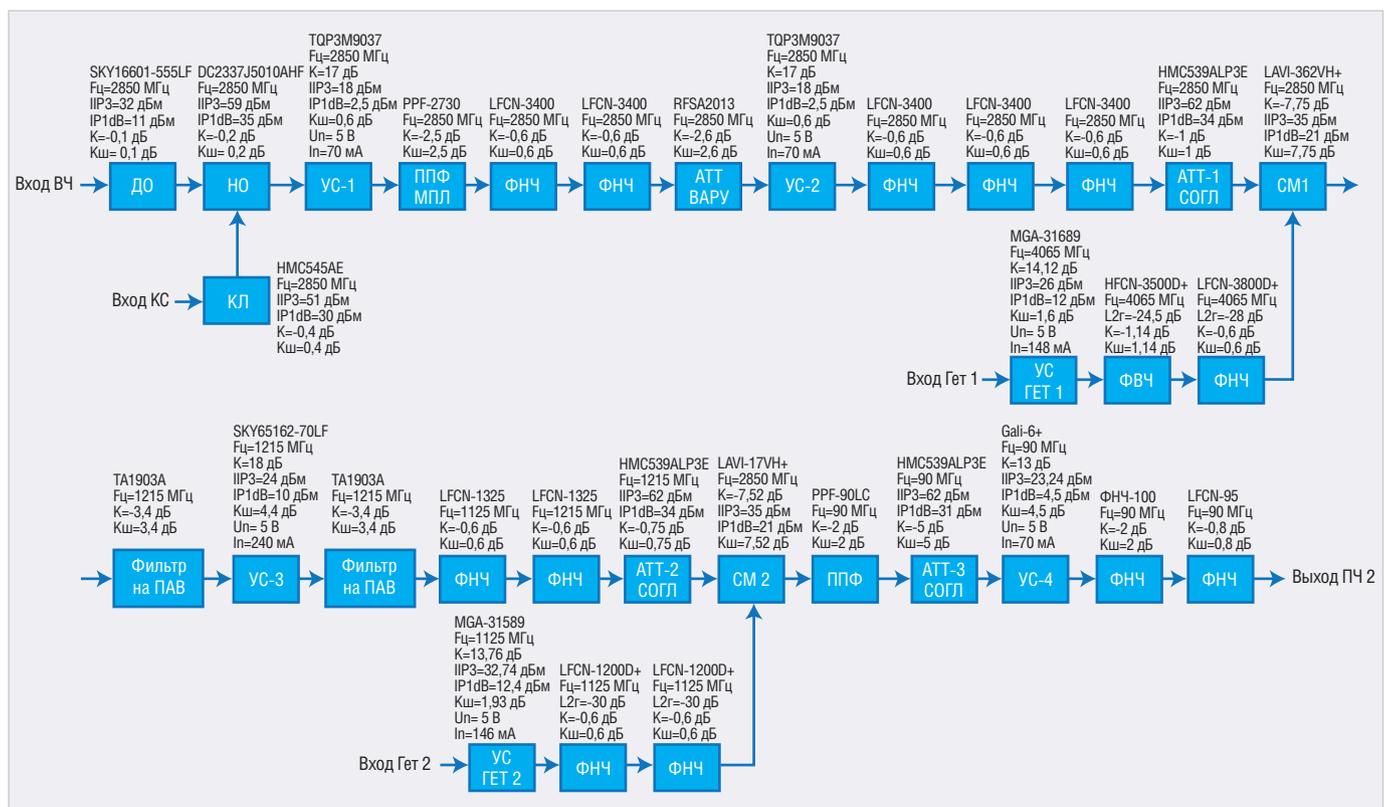


Рис. 4. Детализированная функциональная схема приёмного канала многоканального приёмного устройства

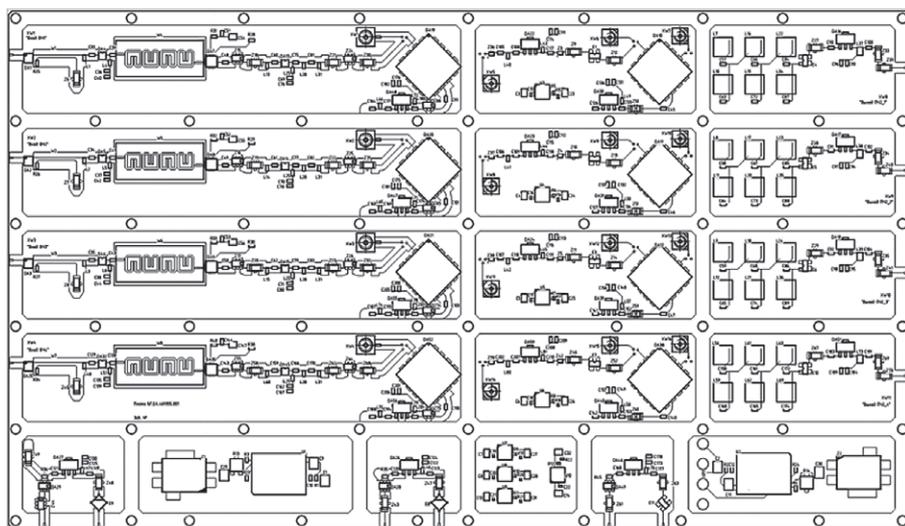


Рис. 5. Топология печатного узла многоканального приёмного устройства

СИНТЕЗ ЧАСТНОГО РЕШЕНИЯ

Необходимость данного этапа вытекает из требования детальной проработки синтезируемого объекта. Этот этап можно охарактеризовать как решение задачи поиска конкретных параметров элементов или других признаков заданного общего решения. При этом исходным и конечным объектом синтеза является некоторая образная или знаковая модель системы.

В начале выполнения этапа необходимо скорректировать исходные данные (6) – совокупность $C''' \subset C$, т.е. существенно оптимизировать исходные данные. В частности, следует существенно уменьшить число n показателей качества во множестве (5): $K_4 = \{K_{\mu} | \mu = \overline{1, n}\}$. Следует исключить некоторые показатели, которые не являются определяющими при синтезе частного решения объекта.

Пусть выбрана совокупность исходных данных:

$$C''' = \{K_4, C_1''', C_2''', C_3''', C_4''', C_5'''\}, \quad (14)$$

где $K_4, C_1''', C_2''', C_3''', C_4''', C_5'''$ – скорректированные совокупности указанных выше частных ограничений C_1, C_2, C_3, C_4, C_5 ($C_1''' \subset C_1, C_2''' \subset C_2, C_3''' \subset C_3, C_4''' \subset C_4, C_5''' \subset C_5$).

Отличительной особенностью 4-го этапа синтеза является возможность полной формализации протекающих в объекте процессов и отсюда – формальной (математической) записи $K(\bar{S}_{\xi})$ или $K_4(\text{ЧР}_{\xi})$.

Задача синтеза 4-го этапа имеет следующую математическую формулировку. Пусть задано множество исходных состояний проектируемой системы:

$$D_4 = (\text{ЧР}_1, \dots, \text{ЧР}_{\xi}, \dots, \text{ЧР}_t) \quad (15)$$

с конечным числом t элементов ЧР_{ξ} ($\xi = \overline{1, t}$). Тогда результатом решения задачи синтеза является выбор такого

состояния вектора ЧР_{ξ} системы, которое обеспечивает наибольшее возможное значение обобщённого показателя качества системы:

$$K_4^o = \max_{\text{ЧР}_{\xi} \in D_4} K_4(\text{ЧР}_{\xi}) \quad (16)$$

на заданном множестве D_4 пространства E^m ($D \subset E^m$). Данная задача синтеза частного решения соответствует общей постановке задач синтеза и представляет собой экстремальную задачу нелинейного математического программирования, поскольку для большинства синтезируемых систем целевая функция $K_4(\text{ЧР}_{\xi})$ является нелинейной. Более того, во многих случаях $K_4(\text{ЧР}_{\xi})$ в заданной области поиска является многоэкстремальной функцией.

Поиск частного решения есть не что иное, как процесс разработки электрической принципиальной схемы, где основным критерием оптимизации выступает динамический диапазон по компрессии 1 дБ. Далее разрабатываются перечень элементов, спецификация, печатная плата, 3D-модель корпуса и весь комплект конструкторской и эксплуатационной документации, необходимый для изготовления опытного образца конечного продукта.

При разработке печатной платы конструктор руководствуется требованиями по электромагнитной совместимости, обеспечивая наилучшую в своём классе межканальную развязку (более 60 дБ), создавая топологию печатного узла в виде набора многоячейстых структур, показанных на рисунке 5. При разработке 3D-модели корпуса конструктор руководствуется требованиями по электромагнитной совместимости отдельных узлов (ячеек) платы между собой с целью обеспечения параметра 8 таблицы 2 («Динамический



Рис. 6. Внешний вид многоканального приёмного устройства S-диапазона

диапазон по побочным спектральным составляющим»). Для этого в данной разработке рельеф корпуса укрупнённо повторяет рисунок печатной платы (земляные дорожки соответствуют торцевым поверхностям корпуса).

Таким образом, на основе синтезированной структуры, приведённой на рисунке 4, был изготовлен 4-канальный приёмный модуль, изображённый на рисунке 6.

ПРОВЕРКА ВЫПОЛНЕНИЯ НЕКОТОРЫХ УСЛОВИЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ

Необходимость данного этапа проектирования обусловлена следующими соображениями. Не следует думать, что решение сформулированных ранее на 2-м, 3-м, 4-м этапах задач даже при самых совершенных методах синтеза всегда позволяет гарантировать нахождение оптимального варианта системы для всех без исключения сложных условий функционирования. В большинстве случаев для этих условий возникает потребность в проведении анализа некоторых дополнительных показателей множества (5), весьма важных для данной области использования. В некоторых случаях требуется осуществить проверку при других ограничениях C_1, C_2, C_3, C_4, C_5 .

Необходимость проверки некоторых условий функционирования требует формулирования и решения задач анализа, которые в общем виде формулируются следующим образом. Задана структура $\bar{S} = (s_1, \dots, s_i, \dots, s_m)$ системы, необходимо определить показатели качества K_{μ} ($\mu = \overline{1, n'}$) объекта, количественно характеризующие определённые его свойства ($n' < n$):

$$\bar{S} \rightarrow K_{\mu}. \quad (17)$$

Задачу анализа при наличии опытного образца многоканального приёмного устройства принято решать экспериментальным методом. Измерение основных функций системы

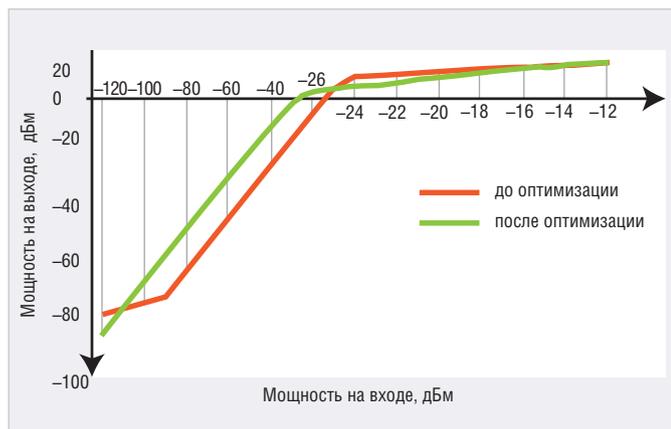


Рис. 7. Амплитудная характеристика приёмника

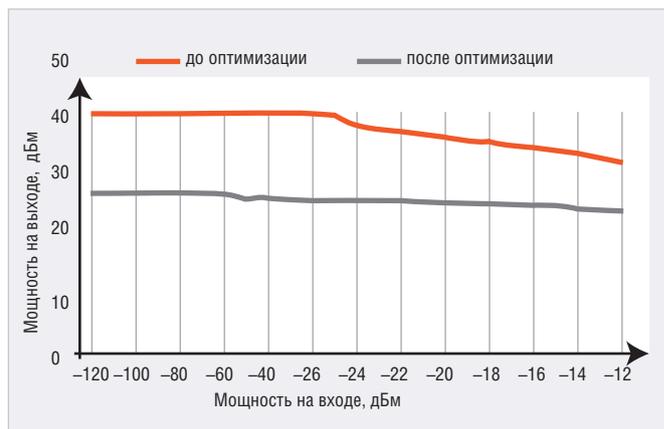


Рис. 8. Коэффициент усиления приёмника

(технических характеристик) проводилось с использованием поверенного контрольно-измерительного оборудования. Методика эксперимента была нацелена на определение минимально возможного и максимально допустимого уровней входных воздействий, при которых обеспечивалась бы линейная работа приёмного устройства. Для этого проведены измерения амплитудной характеристики (АХ), т.е. зависимости выходной мощности от входной мощности приёмника. На основании полученных данных рассчитана матрица, определяющая зависимость коэффициента усиления (КУ) приёмного канала от входной мощности. После интерполяции данных построены графики зависимости АХ и КУ от входной мощности.

По графику амплитудной характеристики (см. рис. 7) линейный участок соответствует области слабой нелинейности, определяемой «сверху» точкой однодецибелльной компрессии (в англоязычной литературе – точкой пересечения IP1). Ограничений «снизу», влияющих на линейность АХ «полупроводникового» приёмника не существует. Однако есть минимальный уровень входного сигнала, при котором амплитуда полезного сигнала на выходе приёмного устройства должна превышать уровень шумов квантования аналого-цифрового преобразователя хотя бы на 1 дБ, чтобы принятую смесь сигнал-помеха можно было обнаружить, распознать и идентифицировать.

Для более точного определения диапазона входных и выходных амплитуд, соответствующих линейному участку, построим графики зависимости коэффициента усиления от мощности на входе приёмника до и после оптимизации приёмного тракта (см. рис. 8). В первом случае, когда при-

ёмная система не настроена, при входных уровнях от -120 до -40 дБм коэффициент усиления неизменен (красный график на рисунке 8), т.е. это и есть абсолютно линейный участок. В диапазоне входных воздействий от -40 до -29 дБм коэффициент усиления приёмника уменьшился на 1 дБ, что говорит о наличии слабой нелинейности, обусловленной суммарной компрессией активных элементов приёмного тракта. Таким образом, до проведения структурно-параметрической оптимизации приёмного устройства диапазон входных мощностей от -120 до -29 дБм можно рассматривать как область несущественной нелинейности. Оценка динамического диапазона, выполненная графическим способом, составляет $-29 - (-120) = 91$ дБ, что недостаточно для гарантированной работы многолучевого радиолокатора.

В ходе оптимизации коэффициент усиления был снижен с 45 до 30 дБ за счёт перераспределения коэффициентов усиления отдельных узлов, а область несущественной нелинейности стала более протяжённой. В результате оптимизации приёмного тракта динамический диапазон по компрессии 1 дБ увеличился на 6 дБ и составил 95 дБ, что соответствует требованиям ТЗ с запасом, перекрывающим погрешность, связанную с разбросом параметров радиоэлементов и неидеальностью настройки приёмных каналов.

Результаты проведённого экспериментального исследования подтвердили правильность заявленных гипотез, научных предпосылок и адекватность математической модели. Авторы считают, что в данной работе новыми являются следующие положения и результаты:

- разработана методология структурно-параметрического синтеза мно-

гоканального приёмного устройства, которая является частью методологии синтеза новых решений [3];

- разработан алгоритм оптимизации приёмника по динамическому диапазону и коэффициенту шума;
- получена детализированная функциональная схема приёмного канала как общее решение задачи синтеза.

Процесс разработки многоканального приёмного устройства для многолучевого радиолокатора S-диапазона осуществлялся с использованием перспективной методологии на основе морфологического и компьютерного методов синтеза. В работе использованы законы функционирования и развития систем вместе с экспертными и вычислительными поисковыми системами синтеза новых решений. В результате получен опытный образец законченного продукта с отличными техническими характеристиками, сравнимыми с мировым уровнем разработок, готовый к применению в реальной аппаратуре гражданского и специального назначения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лавров А.А., Антонов И.К., Ненашев А.С., Чернов С.А. Многолучевые радиолокаторы в составе охранных комплексов. Антитеррор. / под ред. И.К. Антонова. – М.: Радиотехника, 2017. – 216 с.
2. Ботов В.А., Вишняков Д.Ю., Казаков Л.Н., Селянская Е.А. Методика расчёта высокочастотных трактов приёмно-передающих устройств на основе специализированной программы ADIsimRF. – Ярославль: ЯрГУ, 2016. – 56 с.
3. Воинов Б.С., Бугров В.Н., Воинов Б.Б. Информационные технологии и системы: поиск оптимальных, оригинальных и рациональных решений. В 2 томах. Том I. Методология синтеза новых решений. – М.: Наука, 2007.



Использование прецизионных генераторов в аппаратуре стандарта 5G

Юрий Иванов, Аркадий Никонов,
Александр Котюков (morion@morion.com.ru)

Кварцевые генераторы очень часто используются в телекоммуникационных системах в качестве хранителей шкалы времени. В статье приведены методики оценки временной ошибки и представлены результаты испытаний новейших высокостабильных кварцевых и рубидиевых генераторов для работы в условиях жёстких требований, налагаемых стандартом 5G.

Для работы телекоммуникационных систем необходимо обеспечить их надёжную синхронизацию. В основном она обеспечивается высокостабильным временным сигналом от атомных часов, поступающим от глобальной спутниковой сети или с помощью серверов точного времени. Однако при работе такой системы могут возникать сбои, связанные с потерей опорного сигнала. Для таких случаев в подобных системах предусмотрены внутренние источники точного времени, например прецизионные кварцевые (КГ) или рубидиевые генераторы.

Стабильность их частоты (и, соответственно, времени) ниже, чем стабильность частоты атомных часов. В итоге при таком режиме работы системы возникает временная ошибка TIE (Time Interval Error):

$$TIE = T_{ref} - T_{int}$$

где T_{ref} – показания точного времени, T_{int} – показания времени КГ или рубидиевого генератора.

Пятое поколение мобильной связи 5G, разрабатываемое в данный момент, налагает очень жёсткие требования по временной ошибке. Так,

для опорных устройств сети (первичных часов) временная ошибка должна быть на уровне 400...100 нс за 24 ч [1].

Основными источниками временной ошибки при использовании прецизионных кварцевых и рубидиевых генераторов являются долговременная и температурная нестабильности частоты.

Долговременная нестабильность частоты современных прецизионных КГ составляет $2...7 \times 10^{-11}$ за сутки, что приводит к временной ошибке 0,9...3,0 мкс за сутки. При этом она сильно зависит от времени непрерывной работы генератора после включения. Для рубидиевых генераторов величина долговременной нестабильности частоты составляет $0,2...2 \times 10^{-11}$ за сутки (0,1...0,9 мкс).

Как видно, только из-за эффекта старения кварцевые генераторы сами по себе не могут обеспечить столь строгие требования по временной ошибке. Однако для её уменьшения можно использовать компенсацию ухода частоты генератора во времени. Суть подобной компенсации сводится к тому, чтобы по известному ранее поведению частоты генератора предсказать изменение частоты на следующий период. Первый период вре-

мени, за который происходит оценка старения генератора, называется периодом обучения, второй период – период определения временной ошибки. Процесс обучения представляет собой построение аппроксимирующей модели дрейфа частоты, которая позволит предсказать дрейф частоты генератора в последующий период времени. В итоге временная ошибка будет определяться уже разницей между прогнозируемым и реальным старением (см. рис. 1) [3].

В качестве аппроксимирующей модели можно использовать линейную функцию. Однако при этом следует иметь в виду, что в первые дни после длительного выключения ошибка прогнозирования линейной аппроксимацией будет чрезмерно высокой. На рисунке 1 представлена типовая характеристика старения КГ, после длительного выключения. Использование такой компенсации позволяет уменьшить временную ошибку, вносимую старением КГ, в 3–5 раз. Таким образом, временная ошибка при использовании подобной компенсации может составлять менее 400 нс за 24 часа, что удовлетворяет требованиям стандарта 5G.

Температурная нестабильность частоты современных термостатированных КГ может достигать $\pm 3 \times 10^{-11}$ в интервале температур $-40...+85^\circ\text{C}$ (менее 1×10^{-11} на каждые 20°C). При небольших температурных изменениях ($\sim 5^\circ\text{C}$), что справедливо для условий работы первичных часов, вклад температурной нестабильности КГ довольно мал и составляет око-

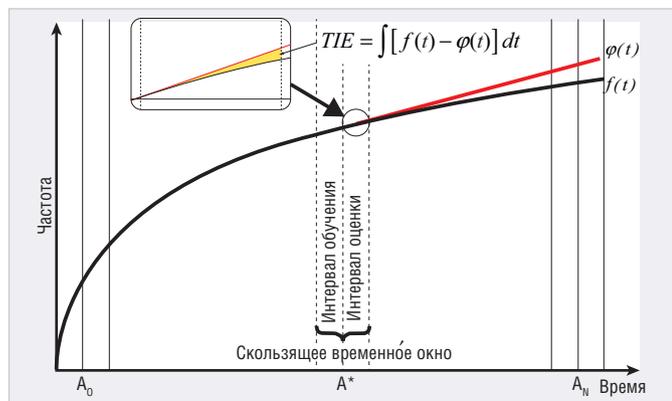


Рис. 1. Компенсация старения генератора ($f(t)$ – реальное старение (типичное старение КГ), $\phi(t)$ – прогнозируемое старение)

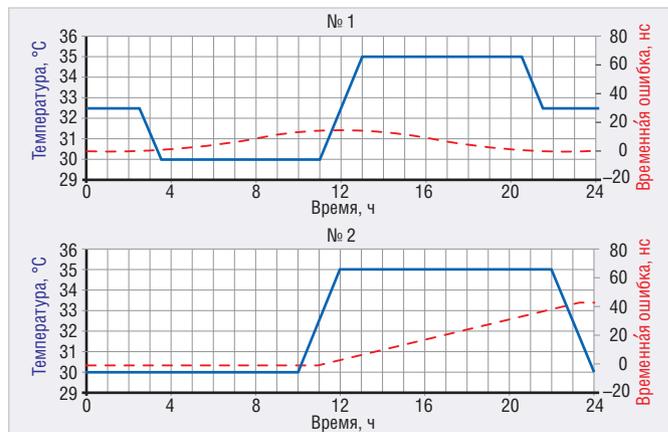


Рис. 2. Сравнение профилей изменения температуры

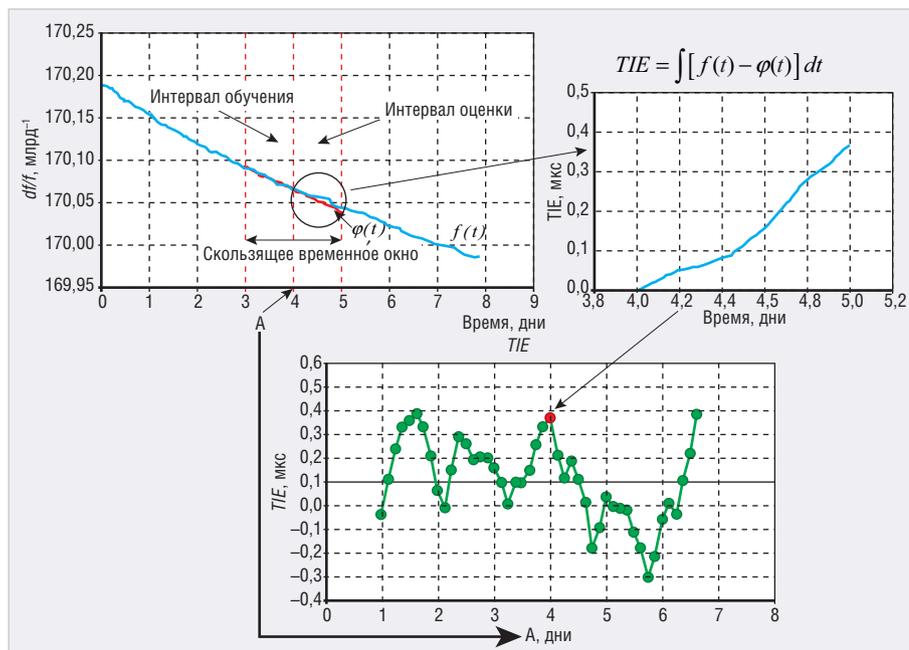


Рис. 3. Методика оценки временной ошибки

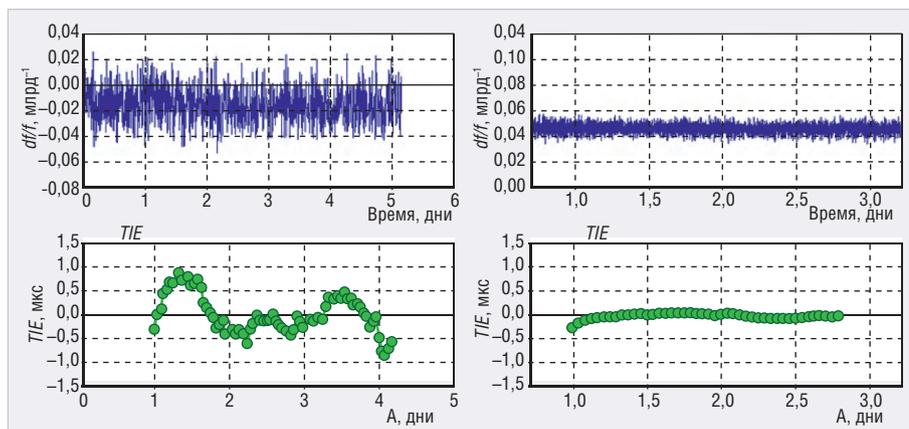


Рис. 5. Результаты оценки временной ошибки одного КГ с рубидиевым (слева) и водородным (справа) стандартом частоты в качестве опорного сигнала

до 1×10^{-12} на 5°C . Температурная стабильность рубидиевых генераторов составляет $\pm 1 \times 10^{-10}$ в интервале температур $-5...+55^\circ\text{C}$ и не является монотонной. Соответственно, её вклад во временную ошибку будет больше.

При этом стоит понимать, что сам профиль изменения температуры может существенно влиять на временную ошибку. Для примера на рисунке 2 показаны 2 профиля с изменением температуры в пределах 5°C в течение суток и временная ошибка, которая получается при изменении температуры по этим профилям для генератора с идеальной линейной температурной зависимостью 2×10^{-13} на 1°C .

Профиль 1 (вверху) абсолютно симметричен в течение суток – максимум временной ошибки при таком профиле составляет примерно 15 нс, при этом через 24 часа она равна 0. Профиль 2 (внизу)

не симметричен – максимум временной ошибки составляет около 45 нс.

Для кварцевых генераторов, использование которых предполагает компенсацию дрейфа частоты, накладываются дополнительные требования по обеспечению монотонности дрейфа. Это достигается специальными мерами при производстве резонаторов и конструкциями самих генераторов. Для таких генераторов вводится дополнительный параметр контроля – значение временной ошибки при компенсации дрейфа частоты.

При оценке данного параметра используется алгоритм, схожий с компенсацией старения, описанной выше. Он позволяет оценить прогнозируемость и возможность компенсации старения генератора. На данные длительного изменения частоты с течением времени накладывается скользящее

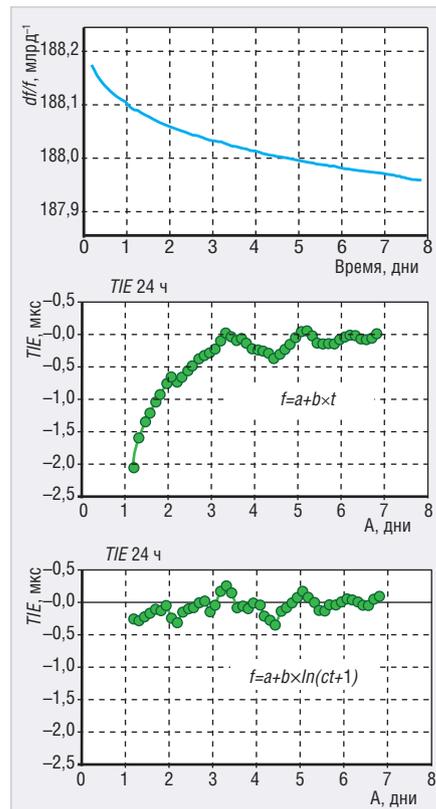


Рис. 4. Оценка временной ошибки с линейной (в центре) и логарифмической (внизу) функциями аппроксимации для одного и того же кварцевого генератора

временное окно, которое также состоит из двух частей: интервала обучения и интервала оценки временной ошибки, расположенных один за другим. По данным в первом интервале строится аппроксимирующая модель, по данным во втором интервале происходит оценка временной ошибки как интеграла от разницы между полученными и предсказанными значениями частоты.

На рисунке 3 показан пример оценки временной ошибки кварцевого генератора по описанной методике.

Как уже было сказано, в первое время (обычно 1–3 дня) после длительного выключения кварцевые генераторы показывают сильную логарифмическую зависимость, поэтому при необходимости компенсировать дрейф частоты на начальном участке следует использовать логарифмическую функцию аппроксимации вида $\varphi(t) = a + b \times \ln(ct + 1)$ (см. рис. 4).

При измерениях столь малых величин временной ошибки крайне важно учесть все возможные факторы, которые могут внести дополнительную погрешность. Так, например, для таких измерений в качестве опорного сигнала использовался сигнал от водородного стандарта частоты. На рисунке 5 показано изменение частоты с течением времени одно-

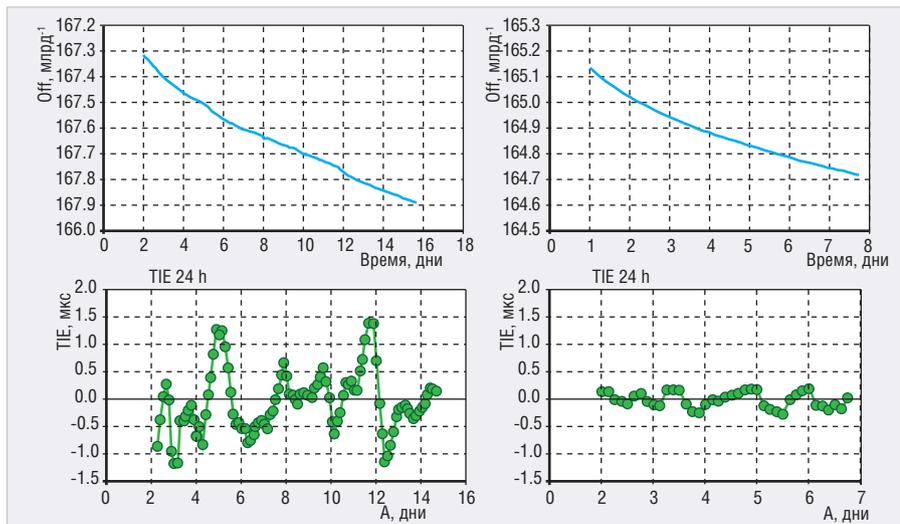


Рис. 6. Результаты оценки временной ошибки одного КГ в разных стендах



Рис. 7. Стенд для испытаний с температурной камерой на элементах Пельтье: а) общий вид; б) структурная схема

Основные параметры современных прецизионных кварцевых и рубидиевых генераторов производства АО «Морион»

Параметр	Кварцевые генераторы			Рубидиевые генераторы	
	ГК336-ТС	ГК360-ТС	ГК341-ТС	FE-5650A	FE-5680A
Предельная временная ошибка, нс:					
- при постоянной температуре	<400	<400	<400	<100	<100
- при изменении температуры в пределах 5°С в течение суток	<400	<400	<1000	<400	<400
Долговременная нестабильность частоты	±2...7×10 ⁻¹¹ /сутки, ±10...30×10 ⁻⁹ /год			±0,4×10 ⁻¹¹ /сутки, ±0,2×10 ⁻⁹ /год	
Температурная нестабильность частоты	±0,2×10 ⁻¹⁰ в интервале -20...+70°С	±0,1×10 ⁻¹⁰ в интервале -40...+85°С	±10×10 ⁻¹⁰ в интервале -40...+85°С	±1×10 ⁻¹⁰ в интервале -5...+55°С	
	< 1×10 ⁻¹¹ на каждые 20°С в рабочем интервале температур				
Кратковременная нестабильность частоты (девиация Аллана)	0,1×10 ⁻¹² /с	2×10 ⁻¹² /с	0,2×10 ⁻¹² /с	14×10 ⁻¹² /с	
Потребляемая мощность, Вт:					
- во время включения	<16	<12	<7	<34	<36
- в установившемся режиме	<5	<4	<3	<12	<15
Габаритные размеры, мм	92×80×50	50,8×50,8×19	50,8×50,8×16	77×76×37	125×88×25

го и того же кварцевого генератора при использовании рубидиевого (слева) и водородного (справа) стандарта и полученные графики временной ошибки.

Сами испытательные стенды должны иметь кабели и соединители очень хорошего качества, чтобы свести к минимуму погрешность оценки временной ошибки. Кроме того, при испытаниях группы генераторов на

одном стенде следует учитывать взаимную синтонизацию частот измеряемых генераторов. На рисунке б показаны результаты оценки временной ошибки одного и того же кварцевого генератора в стенде без учёта описанных особенностей (слева), и в стенде, где они учтены (справа).

Температурная камера может иметь свои источники погрешности, напри-

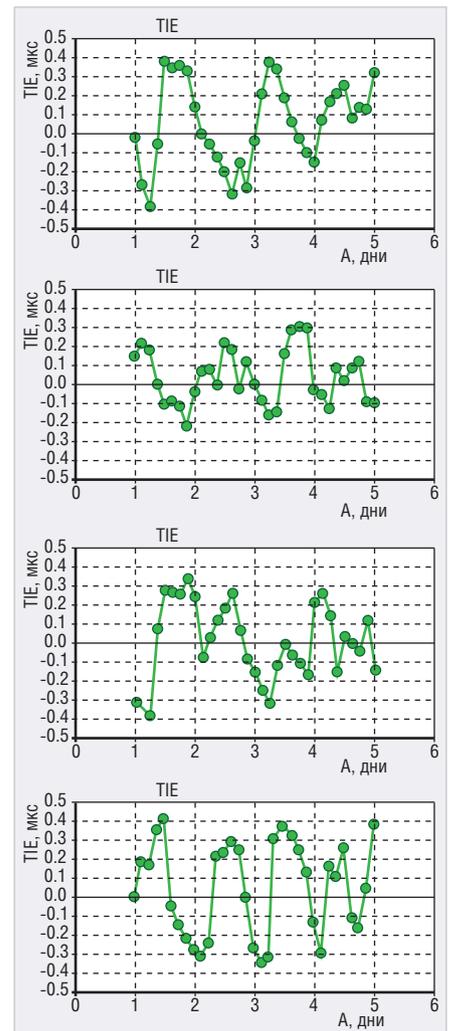


Рис. 8. Результаты измерения временной ошибки за 24 ч для прецизионных кварцевых генераторов GK360 при изменении температуры окружающей среды в пределах 5°С в течение суток

мер включение/отключение холодильника при определённой температуре. При оценке временной ошибки следует учитывать эти нюансы и подбирать испытательное оборудование и режимы работы с особой тщательностью. Для некоторых испытаний была использована температурная камера на основе элементов Пельтье (см. рис. 7).

В качестве примера генераторов, которые могут использоваться в качестве хранителей времени в телекоммуникационных системах, можно привести кварцевые генераторы типа GK360, GK336, GK341 и рубидиевые генераторы FE-5650A и FE-5680A производства АО «Морион». В таблице приведены основные параметры и предельная временная ошибка, которую могут обеспечить эти генераторы в разных режимах работы. Указанная для кварцевых генераторов временная ошибка подразумевает использование компенсации ухода частоты во време-

ни, при этом сами генераторы обязательно проходят отбор по прогнозируемости дрейфа частоты. Рубидиевые генераторы, в свою очередь, отбираются по температурной стабильности частоты.

На рисунке 8 представлены результаты оценки временной ошибки за 24 ч для прецизионных кварцевых генераторов ГК360 при изменении температуры окружающей среды в пределах 5°C в течение суток (по профилю 2, показанному на рисунке 2).

На рисунке 9 приведены результаты оценки временной ошибки за 24 ч для кварцевых генераторов ГК341 при постоянной температуре окружающей среды. При изменении температуры окружающей среды в пределах 5°C в течение суток временная ошибка для кварцевых генераторов ГК341 будет выше на ~500 нс.

На рисунке 10 показаны результаты оценки временной ошибки за 24 ч для рубидиевых генераторов типа FE-5650A при постоянной температуре.

На рисунке 11 показаны результаты измерений временной ошибки для этих же рубидиевых генераторов при изменении температуры в пределах 5°C в течение суток (по профилю 2, приведённому на рисунке 2).

Таким образом, современные прецизионные кварцевые и рубидиевые генераторы вполне могут удовлетворять требованиям нового стандарта 5G по временной ошибке и использоваться в составе первичных часов и других устройств, где требуются высокостабильные источники времени. При этом для первых особенно критичным становится долговременная нестабильность частоты, а для вторых – изменение температуры окружающей среды.

Как видно, при условии постоянной температуры окружающей среды рубидиевые генераторы показывают меньшую временную ошибку. Однако в условиях изменения температуры при использовании компенсации дрейфа частоты кварцевые генераторы за счёт большей температурной стабильности могут обеспечивать меньшую временную ошибку, при этом обладая меньшим потреблением и габаритными размерами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Han Li, Liuyan Han, Ran Duan. Synchronization Requirements of 5G and Corresponding Solutions. IEEE Communications Standards Magazine. March. 2017.

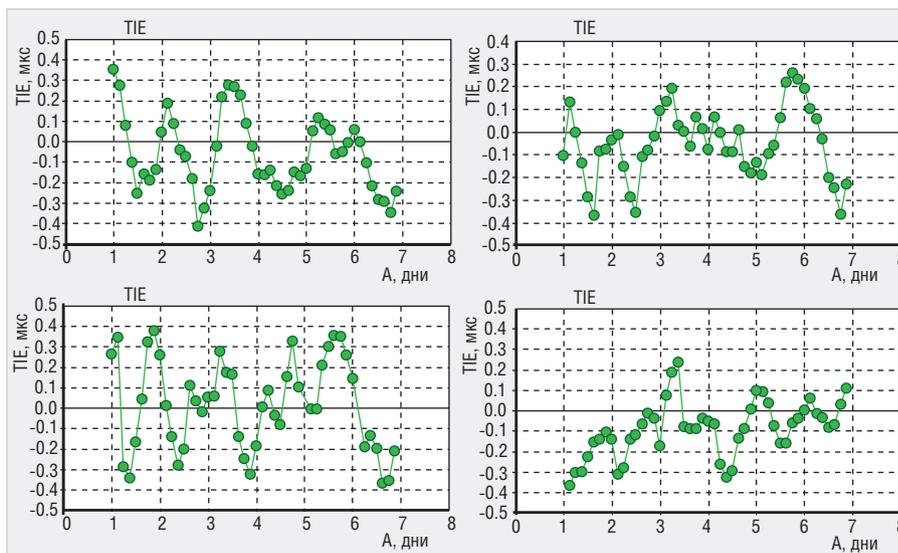


Рис. 9. Результаты измерения временной ошибки за 24 ч для прецизионных кварцевых генераторов ГК341 при постоянной температуре окружающей среды

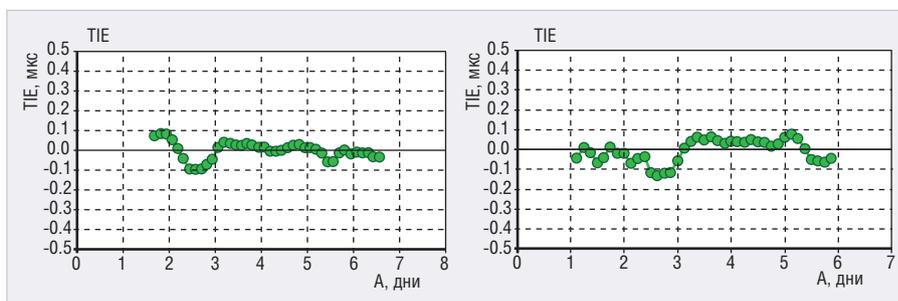


Рис. 10. Результаты оценки временной ошибки за 24 ч для рубидиевых генераторов типа FE-5650A при постоянной температуре окружающей среды

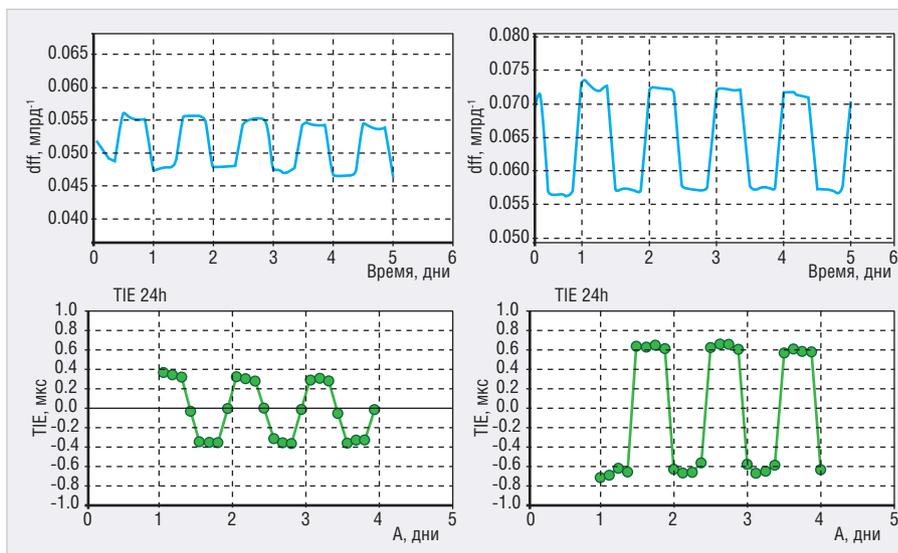


Рис. 11. Результаты измерений временной ошибки рубидиевых генераторов типа FE-5650A при изменении температуры окружающей среды в пределах 5°C в течение суток

2. Kolyukov A., Ivanov Y., Nikonov A. Precise Frequency Sources Meeting the 5G Holdover Time Interval Error Requirement. Microwave journal. May. 2018.
3. Иванов Ю.А. О подходе к оценке временной ошибки при применении прецизионных кварцевых генераторов

(КГ) в новейших телекоммуникационных системах. Доклады VIII международного симпозиума «Метрология времени и пространства». Менделеево, ФГУП «ВНИИФТРИ», 2017. С. 30–35.

4. 3GPP TS 38.104 specification.



НОВОСТИ МИРА

**15-й форум и выставка
«Точные измерения – основа
качества и безопасности»**

С 15 по 17 мая 2019 года на ВДНХ в павильоне № 75 состоится юбилейные 15-е Московские международные форум и выставка «Точные измерения – основа качества и безопасности», которые проводятся ежегодно в соответствии с распоряжением правительства РФ от 5 апреля 2014 г. № 541-р и приурочены к Всемирному дню метрологии – 20 мая.

Организаторами мероприятий являются Министерство промышленности и торговли Российской Федерации и Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии.

Выставочная программа форума:

- METROLEXPO / «Метрология, измерения и испытания» – технологии и приборы для высокоточных измерений, средства метрологического обеспечения, испытательное оборудование;
- CONTROL & DIAGNOSTIC / «Контроль и диагностика» – технические средства диагностирования и неразрушающего контроля;
- LABTEST / «Лабораторные испытания» – лабораторное и аналитическое оборудо-

вание, приборы для химического анализа веществ и материалов, климатические камеры и общелабораторное оборудование;

- PROMAUTOMATIC / «Автоматизация» – приборы, датчики и аппаратура для автоматического регулирования и управления технологическими процессами;
- RESMETERING / «Учёт энергоресурсов» – приборы для технологического и коммерческого учёта энергоресурсов;
- WEIGHT SALON / «Весовой салон» – весы и весовое оборудование.

Ключевыми партнёрами выставочной программы форума являются Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом», Государственная корпорация «Ростех», Государственная корпорация «Роскосмос», Фонд развития промышленности (ФРП), Фонд «Сколково», Фонд содействия инновациям, ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России и ФКУ «Центр метрологии» МВД России.

Конгрессная программа форума включает Всероссийский съезд метрологов и приборостроителей. В рамках съезда предусмотрены: пленарное заседание, дискуссионные секции, конференции, круглые столы,

семинары участников выставки и отраслевые и корпоративные совещания.

В программе съезда особое внимание будет уделено следующим актуальным темам:

- «Мероприятия по реализации Стратегии обеспечения единства измерений до 2025 года»;
- «Цифровая трансформация и проблемы метрологии цифровой экономики»;
- «Научное приборостроение и роль импортозамещения в создании новой техники»;
- «Фундаментальные исследования и совершенствование эталонной базы страны»;
- «Нормативно-правовая и нормативно-методическая база обеспечения единства измерений и совершенствования российской системы измерений»;
- «Порядок организации и проведения сертификации изделий с целью защиты прав потребителей и повышения качества жизни»;
- «Особенности импорта и экспорта измерительной техники при освоении внешних рынков и меры государственной поддержки экспортоориентированных предприятий».

www.metrol.expoprom.ru

**ВАКУУМНО-ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ДИСПЛЕИ
ДЛЯ ЖЁСТКИХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

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

PROSOFT®

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU



Реклама



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

Высокоскоростной модуль АЦП



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 (920) 402-3158 chikin@regionprof.ru
ЕКАТЕРИНБУРГ (343) 356-5111 info@prosoftsystems.ru
КАЗАНЬ (843) 203-6020 kazan@regionprof.ru
КРАСНОДАР (861) 224-9513 krasnodar@regionprof.ru

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



Реклама

Автоматизация процесса электромагнитной верификации сложных печатных плат в NI AWR Design Environment

В статье рассматривается пример импорта файла печатной платы в NI AWR Design Environment при помощи обновлённых модулей импорта и настройки параметров для верификации проекта методами электромагнитного (ЭМ) анализа.

Новый функционал и повышенный уровень автоматизации процесса позволяют разработчикам выделить наиболее важные области и цепи сложных многослойных плат и провести ЭМ-верификацию со значительно меньшими затратами времени и расчётных ресурсов.

ВВЕДЕНИЕ

Требования к сложным многослойным печатным платам, находящим применение в коммерческих и оборонных системах нового поколения, частично сводятся к необходимости в интеграции высокоскоростных линий данных и высокочастотных цепей.

Подобная интеграция может негативно сказаться на параметрах системы по причине нежелательного взаимодействия между областями платы и других паразитных эффектов в сигнальных цепях. В таких условиях одну из самых важных ролей играет электромагнитный анализ сложных печатных плат и их наиболее важных областей, позволяющий учесть и смягчить нежелательные эффекты и получить требуемые характеристики системы.

Специально для этих целей в новой версии NI AWR Design Environment был обновлён мастер импорта печатных плат, позволяющий упростить и ускорить процессы ЭМ-верификации

сложных плат, созданных в профильных средах проектирования.

ПРИМЕР ПРОЕКТА

В качестве примера мы рассмотрим созданную в Zuken печатную плату. Файл проекта импортируется в NI AWR Design Environment при помощи мастера импорта печатных плат, после чего для ускорения процесса ЭМ-анализа/верификации выделим только необходимые части платы, сэкономив время на моделировании областей, не влияющих на общие характеристики.

Импорт файла печатной платы

Процесс импорта начинается с выбора файла. Мастер импорта поддерживает загрузку XML-файлов формата IPC-2581, а также 3Di и ODB++.

После выбора файла вся информация о слоях, цепях и структуре печатной платы, записанная в файл данных, считывается мастером и импортируется в NI AWR Design Environment. При этом пользователь может указать,

какие именно слои и цепи необходимо импортировать (см. рис. 1).

Если выполнить команду *Copy to EM Structure*, на основе топологии платы будет создан ЭМ-документ для моделирования в выбранном ЭМ-симуляторе (в данном случае – встроенном планарном симуляторе AXIEM). Порты могут быть добавлены на выводы и контактные площадки компонентов выполнением команды *Create Ports From PCB Pins*. После этого на основе заданных пользователем параметров мастер производит импорт файла и генерирует топологию платы, готовую к ЭМ-моделированию.

Выбор цепей платы

По окончании процесса импорта параметры видимости слоёв позволяют настроить отображение так, чтобы видеть только моделируемые области платы (см. рис. 2).

Команда *Select Net Routes* осуществляет выделение цепей на основе их названий, тем самым позволяя выделить их целиком. В сложных печатных платах бывает множество цепей между различными выводами, и цель ЭМ-верификации заключается в анализе только ключевых цепей платы, чтобы сократить время моделирования. Выбрать их можно, выделив интересующую область платы на остальной части топологии.

В этом проекте цепи некоторых выводов соединены с различными пло-

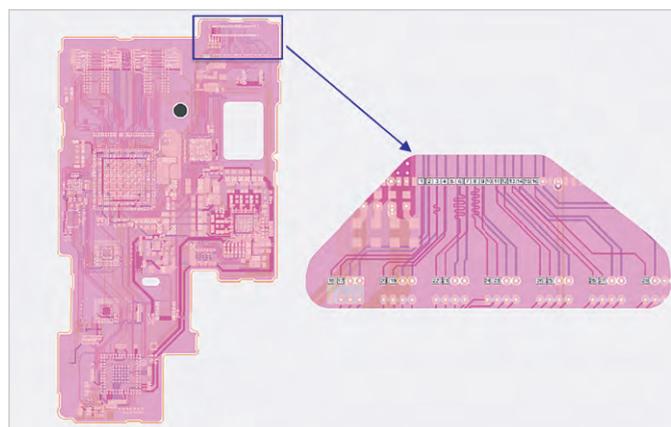


Рис. 1. Топология печатной платы и область, выбранная для дальнейшего анализа

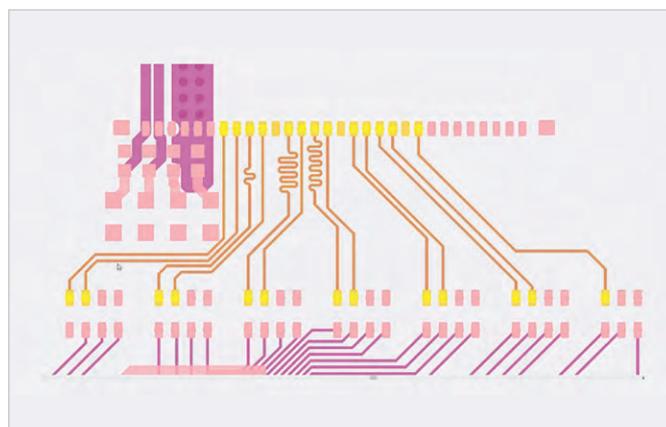


Рис. 2. Наиболее важные для анализа цепи платы, выделенные в NI AWR Design Environment

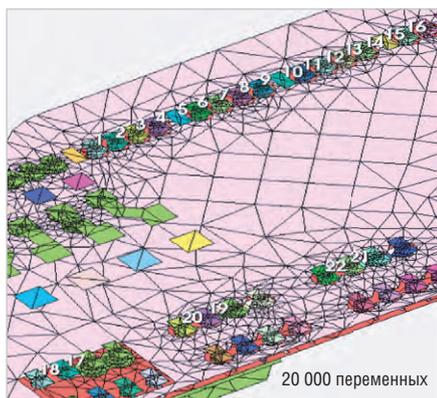


Рис. 3. Правила упрощения фигур, позволяющие значительно уменьшить число переменных сетки, тем самым сократить время моделирования

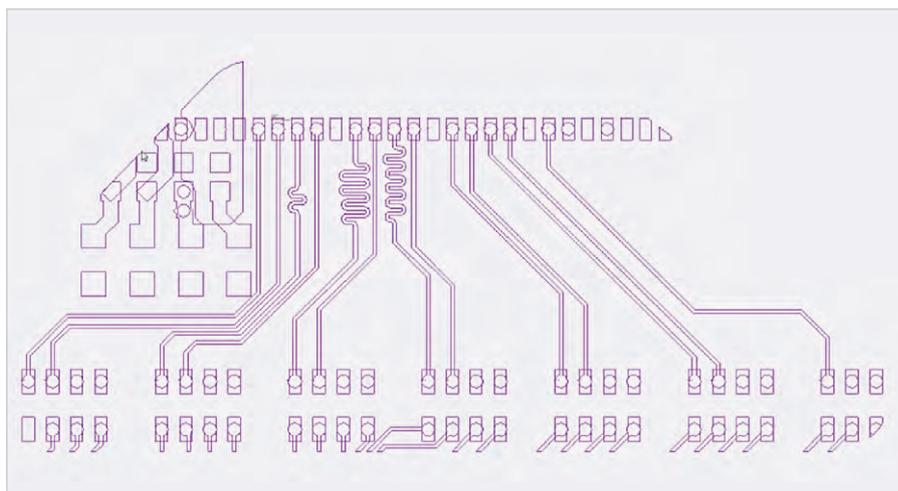


Рис. 4. Пользовательский символ области печатной платы для схемы Microwave Office



Рис. 5. Алгоритм ЭМ-верификации печатных плат, импортированных из САПР сторонних разработчиков

скостями питания и земли. В подобных случаях пользователь может воспользоваться альтернативным методом выбора цепей, который заключается в интеллектуальном выделении цепей при помощи мастера настройки ЭМ-верификации плат *EM Setup Wizard*, который, работая аналогично команде *Select Net Routes*, исключает из выделения фигуры, соединённые с линиями земли/питания. Модуль также может распространять выделение цепей через разрывы, в которые будут встроены последовательные компоненты поверхностного монтажа. Для сложных плат со множеством компонентов подобный функционал позволяет осуществлять выбор цепей в разы быстрее по сравнению с ручным выделением всех цепей, соединяющих различные компоненты.

Мастер *EM Setup Wizard* также выделяет области с выбранными для ЭМ-анализа цепями и может использоваться для проверки видимости слоёв и выбора типа и формы «вырезаемой» из платы области. По умолчанию выбирается прямоугольная область, однако в данном случае мы выделим фрагмент сложной формы, чтобы не вклю-

чить в моделирование лишние области; настройки выделения позволяют задать расстояние от границы области до ближайшей выбранной цепи платы.

Наконец, область моделирования может быть сокращена до разумных размеров при помощи команды *Create EM Clip Region*. На основании выбранных пользователем настроек мастер оценивает участок платы и предлагает настройки построения сетки и ЭМ-анализа, которые можно принять или отредактировать самостоятельно. Основная задача этих инструментов – обеспечить более быстрый и эффективный ЭМ-анализ без потерь в точности результатов.

Добавление портов

После того как создана структура для электромагнитного моделирования, остаётся добавить порты, чтобы получить результаты анализа. С этой задачей также справляется мастер *EM Setup Wizard*. Поскольку выводы цепей уже были выбраны вместе с ними, мастер может автоматически использовать этот выбор для добавления портов.

Использование мастера настройки ЭМ-верификации и новых мето-

дов упрощения фигур для построения более эффективных сеток позволяет значительно сократить число переменных и ускорить анализ выбранных областей платы.

На рисунке 3 показана ЭМ-структура с построенной расчётной сеткой, содержащей всего лишь порядка 20 000 элементов.

Запустив моделирование и получив результаты, их можно использовать в схеме *Microwave Office* и подсоединить нужные компоненты к участку платы. Более того, можно создать пользовательский символ для схемы, повторяющий контуры печатной платы (см. рис. 4): в таком виде порты элементов проще найти и определить визуально.

Таким образом, процесс импорта печатных плат и настройки ЭМ-верификации занимает буквально несколько минут: от загрузки файла и выбора нужных областей до упрощения ЭМ-структуры и подготовки к анализу в составе схемы.

Упрощённый алгоритм предлагаемого процесса импорта печатных плат, созданных в сторонних инструментах, и их ЭМ-верификации в *NI AWR Design Environment* представлен на рисунке 5.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рассмотренном примере представлены новые инструменты работы со сложными многослойными печатными платами в составе пакета *NI AWR Design Environment*, позволяющие существенно упростить процесс импорта файлов печатных плат и настройки их ЭМ-верификации благодаря повышенной автоматизации и новым алгоритмам, сокращающим время полноценного ЭМ-анализа выбранных областей печатных плат.



Контроль конструкторско-технологических параметров с управлением классами объектов топологии в САПР Altium Designer

Алексей Якубенко (alexey@idstrade.com)

При трассировке печатных плат необходимо учитывать множество конструкторских параметров и технологических ограничений, которые оказывают значительное влияние на геометрию печатного рисунка. Конструкторско-технологических параметров существует достаточно много, и для их полноценного учёта требуется соответствующий инструментарий, позволяющий повысить эффективность автоматизации процесса разработки. САПР Altium Designer обладает соответствующими механизмами, которые будут рассмотрены в данной статье.

В САПР Altium Designer (AD) учёт конструкторско-технологических параметров обеспечивается системой *Правил и ограничений*. Данная система представляет собой набор правил, каждое из которых предназначено для контроля определённого параметра.

Каждое правило определяет два основных аспекта контроля параметров: *область применения* и *ограничение*. *Ограничение* – это конструкторско-технологический параметр, задаваемый с помощью определённых опций (минимальная ширина проводника, минимальный зазор, параметры переходных отверстий и т.п.), а *область применения* – топологические объекты, к которым применяется правило. В неё могут быть включены как отдельные топологиче-

ские элементы: переходные отверстия, регионы, контактные площадки и т.п., – так и целые группы: цепи со всеми входящими в неё объектами, группы цепей, слои и наборы слоёв, классы и т.д.

Особую роль в формировании области применения играют классы. Они представляют собой определяемые пользователем группы, объединяющие однотипные объекты: цепи, контактные площадки, компоненты и т.п. Благодаря этому значительно облегчается процесс определения области применения. Более подробно об этом речь пойдёт далее.

Классы

В первую очередь следует рассмотреть основные принципы работы с

классами. Главный инструмент управления ими – редактор классов *Object Class Explorer* – доступен в редакторе печатных плат (ПП) по команде *Design* → *Classes* (горячие клавиши *D* → *C*) (см. рис. 1). В левой части окна редактора расположена область, в которой в виде дерева отображаются все доступные в AD типы классов и все классы, присутствующие в текущем проекте. Они разделены по группам в соответствии со своим типом:

- *Net Classes* – классы цепей;
- *Component Classes* – классы компонентов;
- *Layer Classes* – классы слоёв;
- *Pad Classes* – классы контактных площадок;
- *From To Classes* – классы From To;
- *Differential Pair Classes* – классы дифференциальных цепей;
- *Design Channel Classes* – классы каналов;
- *Polygon Classes* – классы полигонов;
- *Structure Classes* – классы структур;
- *xSignal Classes* – классы цепей типа xSignal.

В редакторе отображаются как пользовательские классы, так и системные. Последние выделены фигурными скобками. Они недоступны для редактирования и их состав динамически меняется при манипуляции объектами ПП.

При выборе в древовидной структуре любого из классов в правой части окна отображаются поля *Non-Members* и *Members*. Поле *Non-Members* содержит не входящие в текущий класс объекты, а поле *Members* – входящие. Над полями находятся фильтры объектов. Для формирования класса предназначены расположенные между полями кнопки:

- » – добавить в текущий класс все объекты;
- > – добавить в текущий класс объекты, выделенные в поле *Non-Members*;
- < – удалить из текущего класса объекты, выделенные в поле *Members*;
- << – удалить из текущего класса все объекты;
- ⇒ – добавить в текущий класс объекты, предварительно выделенные в рабочем окне редактора ПП;

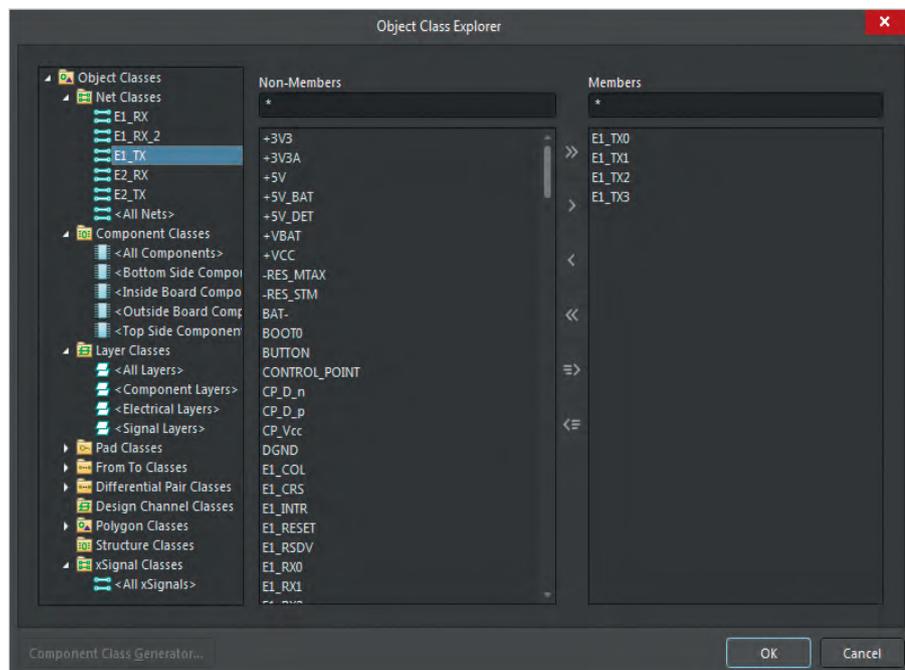


Рис. 1. Редактор классов *Object Class Explorer*

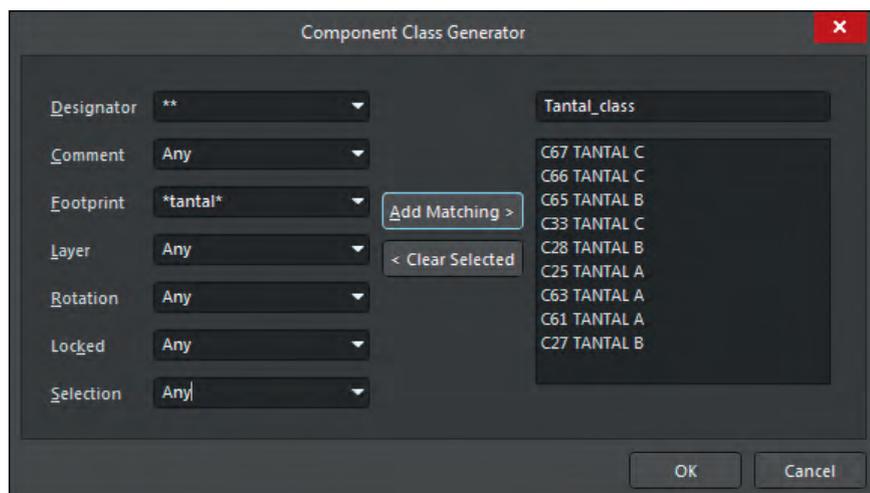


Рис. 2. Окно *Component Class Generator*

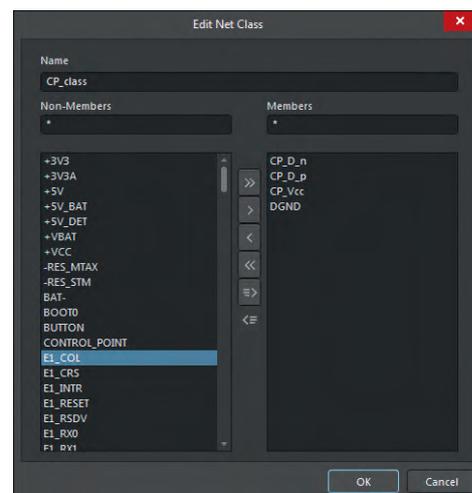


Рис. 3. Окно *Edit Net Class*

⌘ – удалить из текущего класса объекты, предварительно выделенные в рабочем окне редактора ПП.

Две последние кнопки предназначены для добавления в класс или удаления из него объектов «на лету» из рабочего окна редактора ПП. В данном случае процесс корректировки класса выглядит следующим образом:

1. Выделение в рабочем окне ПП требуемых объектов.
2. Запуск редактора классов.
3. Выбор нужного класса.
4. Добавление или удаление объектов, выделенных на первом шаге, с помощью соответствующих кнопок.

Если в древовидной структуре с помощью левой клавиши мыши (ЛКМ) выбрать тип класса или заголовок *Object classes*, то справа отобразится список или классов текущего типа, или всех присутствующих в проекте классов соответственно. В любом случае двойным щелчком ЛКМ по классу можно перейти непосредственно к нему.

Чтобы добавить новый класс, необходимо щёлкнуть правой клавишей мыши (ПКМ) в древовидной структуре и в выпадающем меню выбрать пункт *Add Class*. После этого остаётся лишь задать имя класса, и можно приступать к его формированию. Чтобы удалить класс, нужно щёлкнуть по нему ПКМ и в выпадающем меню выбрать пункт *Delete Class*. Аналогичным способом можно переименовывать классы с помощью пункта *Rename Class* [1].

В нижнем левом углу окна *Object Class Explorer* расположена кнопка *Component Class Generator*. Она доступна только тогда, когда в древовидной структуре выбран один из пользовательских классов компонентов, и пред-

назначена для формирования класса компонентов с помощью фильтров. После её нажатия открывается окно *Component Class Generator* (см. рис. 2). В левой части окна расположены фильтры:

- *Designator* – по позиционным обозначениям;
- *Comment* – по содержимому параметра *Comment*;
- *Footprint* – по посадочным местам;
- *Layer* – по стороне расположения компонентов;
- *Rotation* – по повороту компонентов;
- *Locked* – по блокировке компонентов;
- *Selection* – по выбору компонентов в рабочем окне поля ПП.

В правой части окна *Object Class Explorer* сверху расположена строка имени класса. Ниже – поле, отображающее состав класса. Чтобы сформировать класс, необходимо настроить фильтры и нажать расположенную в центре кнопку *Add Matching*. После этого остаётся лишь задать имя класса. Для удаления компонентов из класса необходимо выбрать соответствующие компоненты в правом поле и щёлкнуть ЛКМ на кнопке *Clear Selected* [2].

Управлять классами также можно с помощью вкладки *Nets* панели *PCB*. Чтобы добавить класс, необходимо в поле классов цепей щёлкнуть ПКМ и в выпадающем меню выбрать пункт *Add Class*, после чего откроется окно *Edit Net Class* (см. рис. 3). В верхней части окна расположена строка ввода *Name*, предназначенная для ввода имени класса. В остальном работа с данным окном полностью аналогична описанным ранее принципам работы с редактором классов. Чтобы удалить класс с помощью панели *PCB*, необходимо в

поле классов цепей щёлкнуть ПКМ по удаляемому классу и в выпадающем меню выбрать пункт *Delete Class*. Чтобы отредактировать определённый класс, достаточно совершить по нему двойной щелчок ЛКМ, в результате чего также откроется окно *Edit Net Class* (см. рис. 3).

Цепи можно «на лету» добавлять в соответствующие классы из рабочего окна редактора ПП. Для этого нужно выделить их в окне редактора ПП или на вкладке *Nets* панели *PCB*, а потом щёлкнуть на выделенном ПКМ, в выпадающем меню раскрыть подменю *Net Actions* и выбрать один из пунктов:

- *Create NetClass from Selected Nets* – создать новый класс с добавлением выбранных цепей (откроется окно *Object Class Name* для ввода имени нового класса);
- *Add Selected Nets to NetClass* – добавить выбранные цепи в существующий класс (откроется окно *Choose Net Class* для выбора класса);
- *Remove Selected Nets from NetClass* – удалить выбранные цепи из классов [3, 4].

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КЛАССОВ НА ЭТАПЕ СХЕМОТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Очевидно, что зачастую гораздо логичнее определять классы цепей, а в некоторых случаях – и классы компонентов на этапе схемотехнического проектирования. Здесь необходимо заметить, что классы относятся к файлам ПП и непосредственно в схемном редакторе формируются не они, а условия для их формирования. При этом сами классы, определяемые с помощью схем, формируются при передаче данных со схемы на ПП.

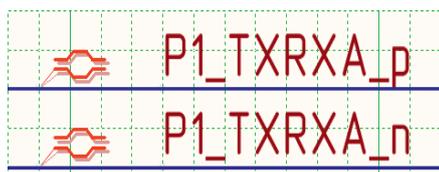


Рис. 4. Обозначение дифференциальной цепи

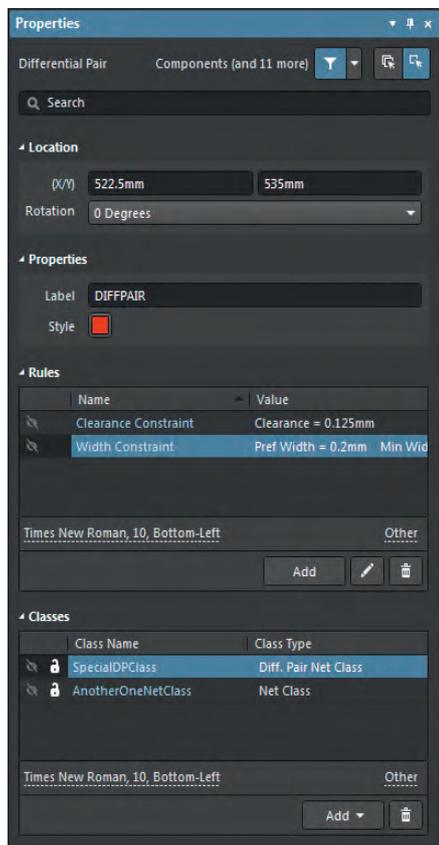


Рис. 5. Панель *Properties* в режиме директивы *Differential Pair*

Чтобы в редакторе схем определить класс, к которому необходимо отнести компонент, последний должен содержать параметр *ClassName*, в значении которого нужно прописать имя соответствующего класса.

Для определения классов цепей предназначены директивы:

- *Differential Pair* – директива класса дифференциальных цепей;
- *Parameter* – директива класса цепей;
- *Blanket* – директива группового выбора цепей.

Рассмотрим подробно основные принципы работы с данными директивами.

Differential Pair

Директива *Differential Pair* предназначена для обозначения пары сигналов как дифференциальной цепи и определения класса дифференциальных цепей, к которому она должна быть добавлена. Чтобы воспользо-

зоваться такой возможностью, необходимо выполнить команду *Place* → *Directives* → *Differential Pair* (горячие клавиши *P* → *V* → *F*), после чего установить маркеры директивы на проводники положительного и отрицательного сигналов (см. рис. 4: слева изображены красные маркеры директивы *Differential Pair*, наименование сигналов выполнено по правилам). Помимо этого, необходимо придерживаться правила наименования сигналов дифференциальной цепи: оба сигнала должны быть названы идентично и отличаться только суффиксами: «*_p*» для положительного сигнала, «*_n*» для отрицательного (см. рис. 4).

На рисунке 5 изображена панель *Properties* в режиме директивы *Differential Pair*. В верхней части панели расположена область *Location*, в которой отображаются координаты директивы (строки ввода *(X/Y)*) и угол поворота (выпадающее меню *Rotation*). Ниже расположена область свойств *Properties*. Строка ввода *Label* содержит имя директивы, а с помощью опции *Style* можно изменить цвет маркера.

Ниже расположена область правил *Rules*, которая позволяет уже на этапе проектирования схем задавать правила. О работе с ними будет подробно рассказано в следующей статье, сейчас лишь обозначим основные принципы формирования правил в редакторе схем. Для добавления правила предназначена кнопка *Add*. После её нажатия откроется окно *Choose Design Rule Type*, в котором необходимо выбрать тип правила. Далее откроется окно с соответствующим набором опций, где необходимо выполнить настройки и закрыть его. После этого в поле *Rule* отобразится строка созданного правила. Чтобы отредактировать правило, необходимо либо дважды щёлкнуть ЛКМ по его строке, либо нажать кнопку с изображением карандаша. Нажатие кнопки с изображением корзины удаляет правило.

Большую часть области *Rule* занимает таблица, в которой каждая строка соответствует отдельному правилу. Первый столбец содержит опцию видимости строки правила на схеме, второй – *Name* – имя правила, а третий – *Value* – значение. Непосредственно под таблицей расположены интерактивные строки, предназначенные для коррек-

тировки шрифта и положения строки правила в случае её видимости на схеме.

Под областью правил расположена область классов *Classes*. По умолчанию использование директивы *Differential Pair* определяет добавление дифференциальной цепи к системному классу *<All Differential Pairs>*. Область классов позволяет определить пользовательский класс дифференциальных цепей с добавлением к нему текущей цепи. Более того, директива *Differential Pair* позволяет определять также и классы цепей.

Область классов организована аналогично области правил. Отличие заключается в том, что первый столбец таблицы содержит не только опцию видимости строки класса на схеме, но и опцию её блокировки, второй столбец – *Class Name* – содержит имя класса, а третий – *Class Type* – тип класса.

Чтобы добавить новый класс, нужно щёлкнуть ЛКМ по кнопке *Add* и из выпадающего списка выбрать тип класса: *Net Class* – класс цепей или *Diff. Pair Net Class* – класс дифференциальных цепей. Далее в таблице отобразится строка класса с указанием его типа. Чтобы задать имя класса, необходимо щелчком ЛКМ активировать ячейку в столбце *Class Name* и вписать туда требуемое имя [5, 6].

Parameter Set

Директива *Parameter Set* предназначена для определения пользовательского класса цепей и добавления к нему сигналов. Чтобы использовать эту директиву, необходимо выполнить команду *Place* → *Directives* → *Parameter Set* (горячие клавиши *P* → *V* → *M*) и установить один или несколько маркеров на соответствующих цепях.

Использование директивы *Parameter Set* не налагает никаких правил на наименование сигналов, более того, отсутствует необходимость в каком-либо пользовательском наименовании вообще.

При использовании данной директивы пользователь должен сам указать, к какому классу необходимо добавить сигналы. Делается это с помощью области классов, расположенной в нижней части панели *Properties* в режиме директивы *Parameter Set*. Данный процесс аналогичен описанному ранее: для указания класса необходимо щёлкнуть ЛКМ по кнопке *Add* и в появившейся в таблице строке указать имя. Одна цепь может быть отнесена к

нескольким классам. Количество классов цепей не ограничено. Необходимо иметь в виду, что надпись, которая отображается над маркером директивы, является именем директивы, а не класса.

Очевидно, что наборы свойств директив *Differential Pair* и *Parameter Set* очень близки – имеется только два отличия. Во-первых, в области *Properties* в случае директивы *Parameter Set* добавляется выпадающее меню *Style*, позволяющее изменить стиль отображения маркера директивы – сделать его маленьким и без имени. Во-вторых, в области классов отсутствуют возможность выбора типа классов и столбец *Class Type* [5, 6].

Blanket

Blanket является директивой группового выбора цепей. Её маркер представляет собой прямоугольник или полигон (см. рис. 6). Чтобы использовать данную директиву, необходимо выполнить команду *Place* → *Directives* → *Blanket* (горячие клавиши *P* → *V* → *L*) и щелчками ЛКМ сформировать маркер. Сама по себе директива *Blanket* не определяет классы, она лишь указывает группу цепей. Чтобы с помощью данной директивы определить класс с добавлением к нему сигналов, необходимо «подцепить» к ней одну или несколько директив *Differential Pair* или *Parameter Set* и настроить их (см. рис. 6).

Для распределения действия директивы на соответствующие сигналы необходимо, чтобы её маркер охватывал полностью (как на рисунке 6) или хотя бы частично метки цепей или точки подключения. Если же маркер попадает на цепь, но не касается метки или точки подключения, то на такие цепи его действие распространяться не будет. К примеру, на рисунке 6 маркер директивы *Blanket* с подключённой к нему директивой дифференциальной цепи одновременно охватывает метки цепей *P1_TXRXA...P1_TXRXD* и частично попадает на цепи *USART1... USART4*. При этом к соответствующему классу с помощью этого маркера будут отнесены только цепи *P1_TXRXA...P1_TXRXD*.

В верхнем левом углу маркера директивы *Blanket* расположен небольшой треугольник. Щелчок ЛКМ по нему приводит к скрытию маркера директивы и, соответственно, прекращению её действия. Повторный щелчок ЛКМ по треугольнику разворачи-

вает маркер и восстанавливает действие директивы.

На рисунке 7 изображена панель *Properties* в режиме директивы *Blanket*. Выпадающее меню *Border Width* позволяет изменить толщину линий маркера, а выпадающее меню *Line Style* – их стиль. В обоих случаях доступны стандартные значения редактора схем. Ниже расположены опции *Border Color* и *Fill Color*, с помощью которых можно выбрать цвета линий маркера и его заполнения соответственно. В самом низу области расположен пункт *Collapse and Disable*, выбор которого приводит к скрытию маркера и прекращению действия директивы [7, 8].

ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ О КЛАССАХ ИЗ РЕДАКТОРА СХЕМ В РЕДАКТОР ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Вкладка *Class Generation* (см. рис. 8), которую можно найти в окне настроек проекта *Project Options*, предназначена для настройки и контроля процесса передачи данных о классах из редактора схем в редактор ПП. С помощью представленных здесь опций можно как настроить передачу данных о пользовательских классах, так и управлять автоматическим формированием классов и комнат на основе данных схем.

Окно *Class Generation* разделено на две области: выше расположена *Automatically Generated Classes*, опции которой отвечают за автоматическое формирование классов, ниже – *User-Defined Classes*, с помощью которой настраивается передача данных о пользовательских классах.

Область *User-Defined Classes* содержит три пункта:

- *Generate Component Classes* – включает передачу данных о пользовательских классах компонентов;
- *Generate Rooms for Component Classes* – доступен при выборе пункта *Generate Component Classes* и предназначен для формирования комнат на основе пользовательских классов компонентов;
- *Generate Net Classes* – включает передачу данных о пользовательских классах цепей.

В верхней части области *Automatically Generated Classes* можно найти четыре пункта:

- *Generate Net Classes for Busses* – включает автоматическое формирование классов цепей на основе шин;

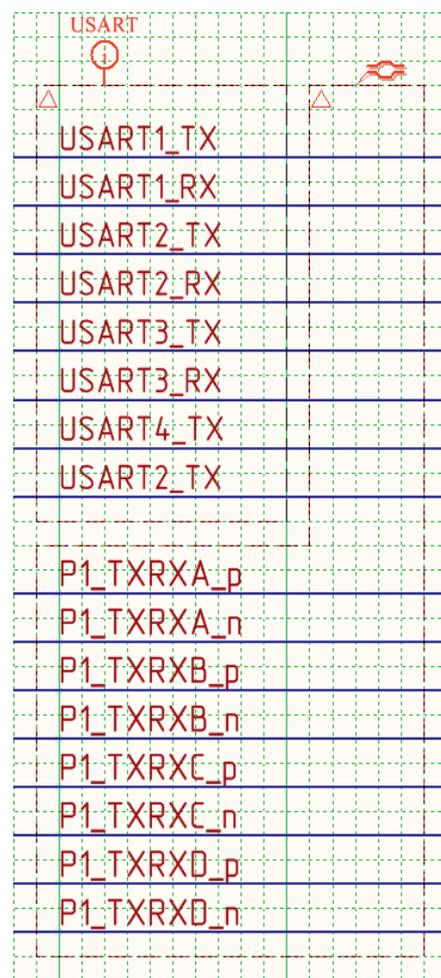


Рис. 6. Применение директивы *Blanket*

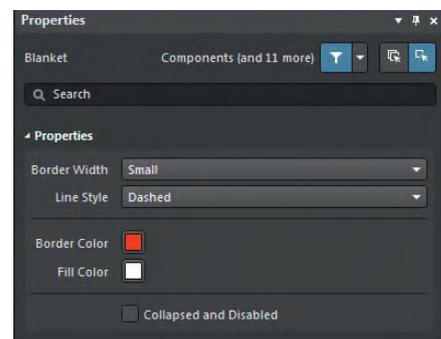


Рис. 7. Панель *Properties* в режиме директивы *Blanket*

- *Generate Net Separate Classes for Bus Section* – доступен при выборе пункта *Generate Net Classes for Busses* и дополнительно к классам цепей на основе шин включает автоматическое формирование классов цепей на основе сегментов шин;
- *Generate Net Classes for Components* – включает автоматическое формирование классов цепей на основе компонентов;
- *Generate Net Classes for Named Signal Harnesses* – включает формирование классов цепей на основе наименованных жгутов.

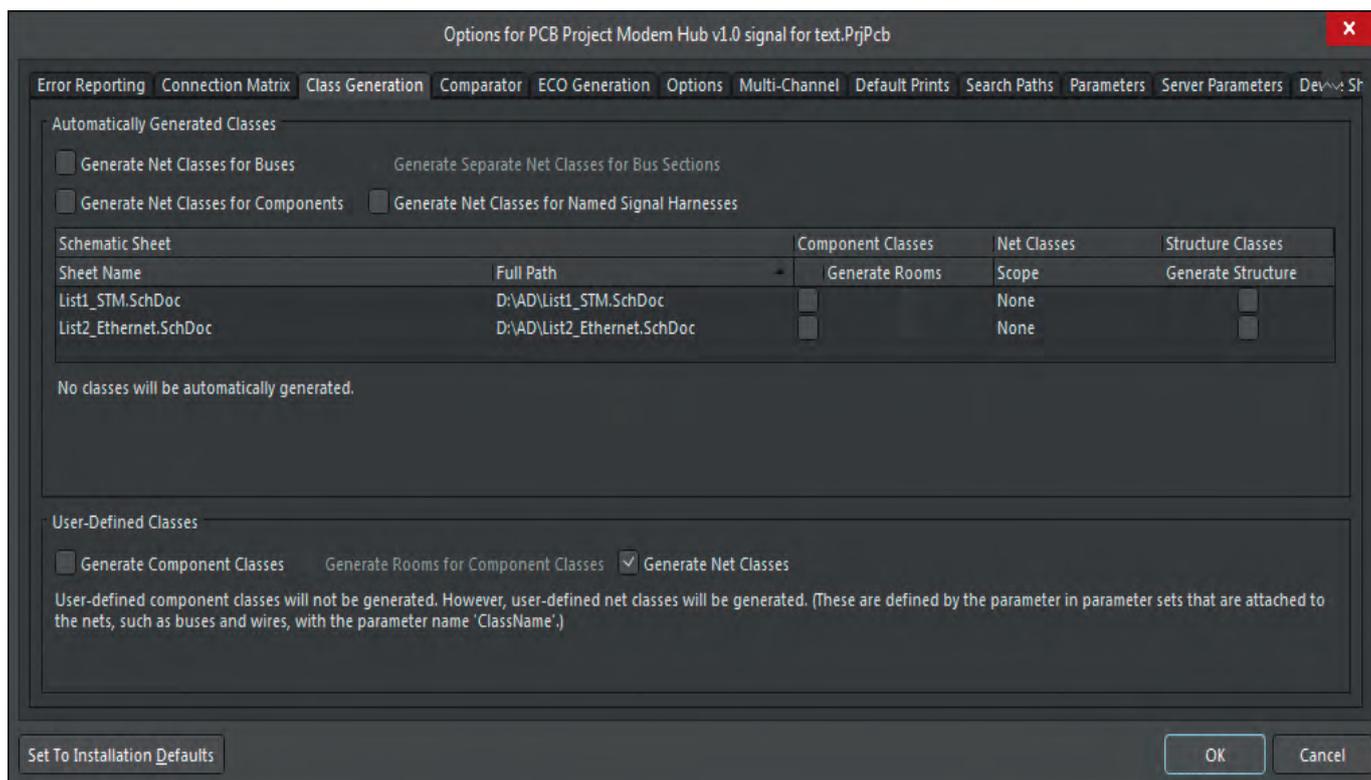


Рис. 8. Вкладка **Class Generation** окна настроек проекта **Project Options**

Ниже расположена таблица. Она предназначена для автоматического формирования классов на основе листов схемы. Каждая строка таблицы соответствует одному из листов. Столбец *Schematic Sheet* отображает имя листа и путь к его файлу. Столбец *Component Classes* содержит пункты, выбор которых включает автоматическое формирование классов компонентов. При выборе такого пункта становится доступен расположен-

ный рядом пункт в подстолбце *Generate Rooms*, который включает автоматическое формирование комнат на основе классов компонентов. Столбец *Net Class* содержит выпадающие меню, отвечающие за автоматическое формирование классов цепей. Здесь доступны следующие пункты:

- *None* – класс цепей не формируется;
- *Local Nets Only* – в автоматически формируемый класс цепей включаются только локальные для листа цепи;

- *All Nets* – в автоматически формируемый класс цепей включаются все цепи, упоминаемые на листе.

В столбце *Structure Classes* расположены пункты, отвечающие за автоматическое формирование классов структур [9].

На этом рассмотрение вопросов, связанных с созданием и управлением классами, можно считать завершённым. В следующей статье будут рассмотрены вопросы работы с правилами и применения классов в них, а также механизм контроля конструкторско-технологических параметров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Altium. Documentation. Object Class Explorer: www.altium.com
2. Altium. Documentation. Component Class Generator: www.altium.com
3. Altium. Documentation. PCB - Nets: www.altium.com
4. Altium. Documentation. Edit Object Class: www.altium.com
5. Altium. Documentation. Parameter Set: www.altium.com
6. Altium. Documentation. Parameter Set Properties: www.altium.com
7. Altium. Documentation. Blanket: www.altium.com
8. Altium. Documentation. Blanket Properties: www.altium.com
9. Altium. Documentation. Project Options - Class Generation: www.altium.com

НОВЫЙ X86 МИКРОКОНТРОЛЛЕР RDC HB301

Основные достоинства

- Совместимость с популярной x86 архитектурой
- Обширные периферийные возможности
- Низкие затраты на разработку ПО
- Невысокая стоимость

Области применения

- Промышленные компьютеры
- Системы сбора данных
- Оборудование для коммуникаций: коммутаторы пакетов, точки доступа, локальные маршрутизаторы

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

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

РОССИЙСКАЯ НЕДЕЛЯ ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

23–26
апреля
2019

Россия, Москва,
ЦВК «Экспоцентр»



СВЯЗЬ

31-я международная выставка
«Информационные
и коммуникационные технологии»



НАВИТЕХ

11-я международная выставка
«Навигационные системы,
технологии и услуги»

Темы и тренды:

5G Big Data Умный город
Геоданные и навигационные технологии
Цифровое правительство ЦОДы
Информационная **IoT** Smart Device Show
безопасность **Телеком**
Искусственный интеллект **Спутниковая связь**
Умная мобильность Российский софт
AR&VR Future TV Блокчейн
Дроны и беспилотные системы **Стартапы**

Реклама

12+

Подробнее
о выставке
«СВЯЗЬ»

www.sviaz-expo.ru

www.navitech-expo.ru

Подробнее
о выставке
«НАВИТЕХ»



Минкомсвязь
России



МИНПРОМТОРГ
РОССИИ



РОССВЯЗЬ



НП «ГЛОНАСС»
Федеральный сетевой оператор



ЭКСПОЦЕНТР





Свобода проектирования



САПР электроники

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

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

POWER ELECTRONICS



16-я Международная выставка
компонентов и модулей
силовой электроники

22-24 октября 2019
Москва, Крокус Экспо

Силовая Электроника

ufi
Approved
Event

Единственная в России
специализированная
выставка компонентов
и модулей силовой электроники
для различных отраслей
промышленности

Организатор — компания MVK
Офис в Санкт-Петербурге

MVK Международная
Выставочная
Компания

+7 (812) 380 6009/00
power@mvk.ru

Подробнее о выставке:

powerelectronics.ru

12+

А.С. Попов и Д.Ч. Бос – изобретатели радио

Владимир Бартнев (bartvg@rambler.ru)

В статье, приуроченной к 160-летним юбилеям российского и индийского изобретателей радио, рассказывается об их трудном жизненном пути, достижениях в научных исследованиях и патентах в годы зарождения радиотехники. Близость их судеб проявлялась прежде всего в стремлении к новым знаниям и преданном отношении к развитию национальной науки на благо своих народов.

ВВЕДЕНИЕ

В научных кругах многих стран существует мнение, что не только Россия может претендовать на первенство в изобретении радио. Для убедительности этого утверждения обычно приводятся фамилии таких известных учёных, как Герц в Германии, Бранли во Франции, Маркони в Италии, Лодж в Англии, Тесла в США и Бос в Индии. К сожалению, при таком подходе отсутствует детализация конкретного вклада отдельных учёных в дело изобретения радио. Нет и единого критерия, позволяющего определить, что именно считать изобретением. Не случайно спор за право считаться первооткрывателем радио между Маркони и Теслой длился много лет и завершился в Верховном суде США в пользу Теслы только в 1943 году. Вызывает сомнение объективность этого судебного решения: США во время Второй мировой войны противостояли Италии, а Маркони был членом итальянской фашистской партии Муссолини. Это не могло не повлиять на решение суда, ведь хорошо известно, что изобретения Теслы были посвящены передаче энергии на расстояние



Александр Степанович Попов (1859–1906)

с помощью электромагнитных волн, а не передаче информационных сообщений, что, по сути, является прерогативой радио. В отношении Александра Степановича Попова, российского изобретателя радио, можно утверждать, что он, отстаивая свои приоритеты, ни с кем в судебные тяжбы не вступал.

О его авторских правах на изобретение радио говорят достоверные исторические факты, а именно то, что он первым в мире с помощью созданной им радиоустановки в 1895 году, продемонстрировав её в работе, передал с помощью электромагнитных волн информационное сообщение, а в 1896 году с помощью беспроводного телеграфа осуществил передачу первой в мире радиограммы, используя код Морзе [1]. И всё это произошло до получения патента Маркони в 1897 году. Кроме того, стоит добавить, что Попову принадлежат патенты на первый в мире детекторный приёмник в России, Франции, Англии, Испании, Швейцарии и США. Обо всех этих достижениях важно вспомнить именно 16 марта 2019 года, когда исполняется 160 лет со дня его рождения.

В приведённом ранее списке учёных, стоящих у истоков радио, также особого внимания заслуживает индийский изобретатель Джагдиш Чандра Бос (иногда в переводной литературе его называют Джагадишем Бозе – англ. Jagadish Chandra Bose). Дело в том, что в конце 2018 года также исполнилось 160 лет со дня его рождения. В наши дни наука независимой Индии по справедливости гордится многими своими учёными, такими как первый индийский лауреат Нобелевской премии физик Ч.В. Раман, один из основоположников квантовой статистики Ш. Бос (Бозе), один из родоначальников атомной физики в Индии Х. Баба, астрофизик М. Шахи, математики А. Муркерджи и С. Рамануджан, но первым из

индийских учёных, стоящих у истоков радио и получивших мировую известность, был Джагдиш Чандра Бос.

Многолетние дружественные связи России и Индии и, самое главное, сходство жизненных судеб Попова и Боса позволяют в их 160-летний юбилей рассказать об этих великих учёных в одной статье.

Детство А.С. Попова и Д.Ч. Боса

Александр Степанович Попов родился в семье священника 16 марта 1859 года в российской глубинке на севере Урала в посёлке Турьинских медных рудников (ныне г. Красноурьинск Свердловской области).

Джагдиш Чандра Бос появился на свет 30 ноября 1858 года в небольшой деревушке Рарикхал близ старинного города Дакка в Бенгалии в семье мелкого административного служащего [2]. Вскоре, однако, вся семья Босов переехала в соседний городок Фаридпур, куда был переведён по работе отец Джагдиша. В возрасте пяти лет Джагдиш начал посещать местную школу для детей из бедных семей. Обучение в школе велось на родном языке. Преподавателем был местный священник, обучавший грамоте и дававший первые понятия об арифметике, истории и географии.

У Александра Степановича Попова с учёбой всё сложилось несколько иначе. Первые 9 лет его жизни прошли в родительском доме вне школы. Об этом периоде жизни Попова напоминает и рассказывает мемориальный дом-музей в Красноурьинске [3]. Это сохранный и отреставрированный дом семьи Поповых, который в 1959 году был превращён в краеведческий музей имени А.С. Попова. Благодаря большой помощи дочери и внучки Александра Степановича, Екатерины Александровны Поповой-Кьяндской и Екатерины Георгиевны Кьяндской-Поповой, сотрудниками музея был собран интересный мемориальный фонд (документы, фотографии, книги, мебель, посуда и т.д.). В 1868 году Александр Степанович покинул родной дом и поступил сначала в Долматовское, а затем Екатеринбургское духовные училища. В 1873 году он продолжил учёбу в Перм-

ской духовной семинарии. В 1877 году, получив свидетельство об окончании четырёх общеобразовательных классов Пермской духовной семинарии с отличными оценками по всем предметам и правом поступления в одно из высших светских учебных заведений, он отправляется в Петербург.

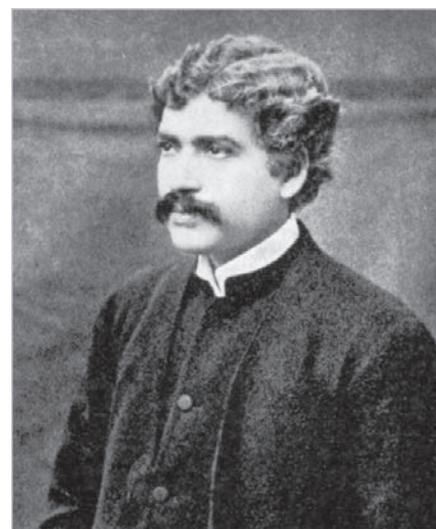
Когда Джагдишу Босу исполнилось 11 лет, отец для продолжения образования отправил его в Калькутту и определил в английскую школу, готовившую детей для поступления в колледж. В 1874 году Джагдиш, окончив школу, поступил в калькуттский колледж, где его любимым предметом стала физика. В 1880 году Бос окончил колледж и перед ним встала задача определения дальнейшего жизненного пути. Поездка в Англию и продолжение там своего образования была для него заветной мечтой, но семейные обстоятельства складывались крайне неблагоприятно и на обучение за границей рассчитывать было трудно. Его отец по состоянию здоровья вынужден был выйти на пенсию, поэтому на материальную помощь родителей уповать не приходилось. Джагдиш сознавал, что в этих условиях он сам уже должен был помогать семье, и хотел устроиться служащим в какую-нибудь местную контору, однако отец не разделял таких планов: он и слышать не хотел, чтобы его сын превратился в местного администратора, слепо выполняющего волю английских властей. Того же мнения придерживалась и мать. Вместе с тем и перспектива отъезда сына в далёкую Англию и продолжительной разлуки с ним также была источником семейных переживаний. Однако глубокое убеждение, что будущее Джагдиша во многом зависит от его дальнейшего образования, в итоге перевесило, к тому же удалось преодолеть и все финансовые затруднения: были проданы кое-какие вещи и собрана необходимая для поездки сумма. И вот, с аттестатом об окончании учебного заведения и характеристикой, в которой говорилось, что Джагдиш Чандра Бос особо проявил себя в науке и математических предметах, выпускник калькуттского колледжа осенью 1880 года отправляется в Лондон.

УЧЁБА А.С. ПОПОВА В ПЕТЕРБУРГЕ И Д.Ч. БОСА В АНГЛИИ

В 1877 году А.С. Попов подаёт прошение ректору Петербургского универси-

тета с просьбой допустить его к первоначальному испытанию для поступления на математическое отделение физико-математического факультета. Сразу после зачисления студентом университета Попов из-за отсутствия средств на оплату учёбы был вынужден заниматься частными уроками, а также работать монтером на одной из первых электрических станций в Петербурге. Впрочем, интерес к электротехнике наряду с углублёнными занятиями физикой у Попова объяснялся просто. Россия в годы его обучения в университете стала родиной многих изобретений в области электротехники. Об этом говорят имена таких выдающихся учёных, как Ф.Ф. Петрушевский, П.Н. Яблочков, А.Н. Лодыгин, Д.А. Лачинов и др. Интерес к электротехнике сказался и на выборе темы дипломной работы Попова: «О принципах магнито- и динамо-электрических машин постоянного тока» [4]. На эту же тему в 1883 году была первая научная публикация А.С. Попова в журнале «Электричество» (№ 4 за 1883 год). 31 января 1883 года Петербургским университетом Александром Степановичу был выдан диплом, удостоверяющий, что он прослушал полный курс наук по математическому разряду физико-математического факультета, сдал положенные экзамены, защитил диссертацию и удостоен учёной степени кандидата.

Жизнь Джагдиша Боса в Англии складывалась непросто. Вначале он поступил в Лондонский университет, однако совершенно неожиданно всё круто изменилось. Лихорадка, которой Джагдиш страдал ещё в Индии, во время длительного морского путешествия обострилась, а лондонский сырой климат способствовал дальнейшему усугублению болезни. Никакие лечебные процедуры и лекарства не помогали, требовалось срочно переменить климат. В 1881 году Джагдиш переехал в другой университетский город – Кембридж. Местный университет, основанный в самом начале XIII века, является одним из старейших высших учебных заведений мира. Во времена Боса в его состав входило около 20 самостоятельных колледжей, а общее число студентов превышало 3000. Кембриджский университет располагал хорошо оборудованной химической лабораторией и физическим кабинетом с широко известной Кавендишской лабораторией, геологическим, ботаническим и зоологическим



Джагдиш Чандра Бос (1858–1937)

музеями, ботаническим садом и астрономической обсерваторией. При университете находилась великолепная библиотека с богатейшей коллекцией рукописей. Кембридж всегда являлся одним из главных центров научной мысли страны. Когда-то профессором этого университета был знаменитый Исаак Ньютон, здесь учился Чарльз Дарвин. Кавендишскую лабораторию возглавлял выдающийся учёный Джеймс Клерк Максвелл, а после него – целая плеяда крупнейших представителей физической науки. Бос попал именно в ту среду, о которой он мог только мечтать. После четырёхлетних занятий в 1884 году он окончил колледж с отличием, получил степень бакалавра естественных наук, а спустя короткое время степень бакалавра была ему присуждена и Лондонским университетом.

ИЗОБРЕТЕНИЯ А.С. ПОПОВА И Д.Ч. БОСА

Конец XIX века был временем великих открытий. В 1860 году Джеймс Клерк Максвелл своими уравнениями теоретически предсказал существование электромагнитных волн, а в 1888 году Генрих Герц сумел доказать их существование экспериментально. Передовые учёные, в когорту которых влились А.С. Попов и Д.Ч. Бос, с величайшим вниманием относились к достижениям мировой научной мысли. Именно так обстояло дело с электромагнитными волнами. Немедленно после сообщений в мировой печати об открытии электромагнитных волн А.С. Попов приступил к изучению этого важного физического явления и воспроизводству опытов Герца в лабора-

тории Минного офицерского класса в Кронштадте в 1888 году. В марте 1889 года Попов выступил в Кронштадте на собрании минных офицеров с сообщением «Распространение электрических колебаний в воздухе. Лучи электрической силы. Отражение, преломление и поляризация электрических лучей». Работавший ассистентом Попова Гергиевский Н.Н. отмечал: «Ещё до 1891 года А.С. Попов высказал мысль о возможности использовать лучи Герца для передачи сигналов на расстояние» [4]. Для этого Попов основное внимание сосредоточил на создании приёмника. Он решил задачу гениально просто, сумев впервые в мире автоматически восстановить чувствительность стеклянной трубки Бранли с металлическими опилками (так называемого когерера) самим принимаемым сигналом. Для этого ему потребовались реле в цепи когерера и электрический звонок, сигнализирующий о принимаемом сообщении и одновременно своим молоточком восстанавливающий высокочувствительное состояние когерера. Продемонстрировав 7 мая 1895 года приёмо-передающую радиоустановку в действии, Попов сказал: «В заключение могу выразить надежду, что мой прибор при дальнейшем усовершенствовании может быть применён к передаче сигналов на расстояние при помощи быстрых электрических колебаний, обладающих достаточной энергией».

В это же время Д.Ч. Бос, вернувшись в Индию, делает попытку получить разрешение на предоставление ему должности преподавателя физики в одном из индийских колледжей. По распространённому тогда среди высокопоставленных англичан представлению, индусы вообще не обладали какими-либо способностями к естественным наукам и, следовательно, не могли выступать в роли преподавателей этих дисциплин. Если и делались для лиц индийского происхождения, имеющих весьма высокую квалификацию, отдельные исключения, то за работу им устанавливалось более низкое вознаграждение, да и назначались они, как правило, только в провинциальные колледжи. Именно такое оскорбительное отношение в полной мере и испытал на себе Бос. Ректор Калькуттского колледжа, ссылаясь на отсутствие вакансий, решительно отказал ему в предоставле-

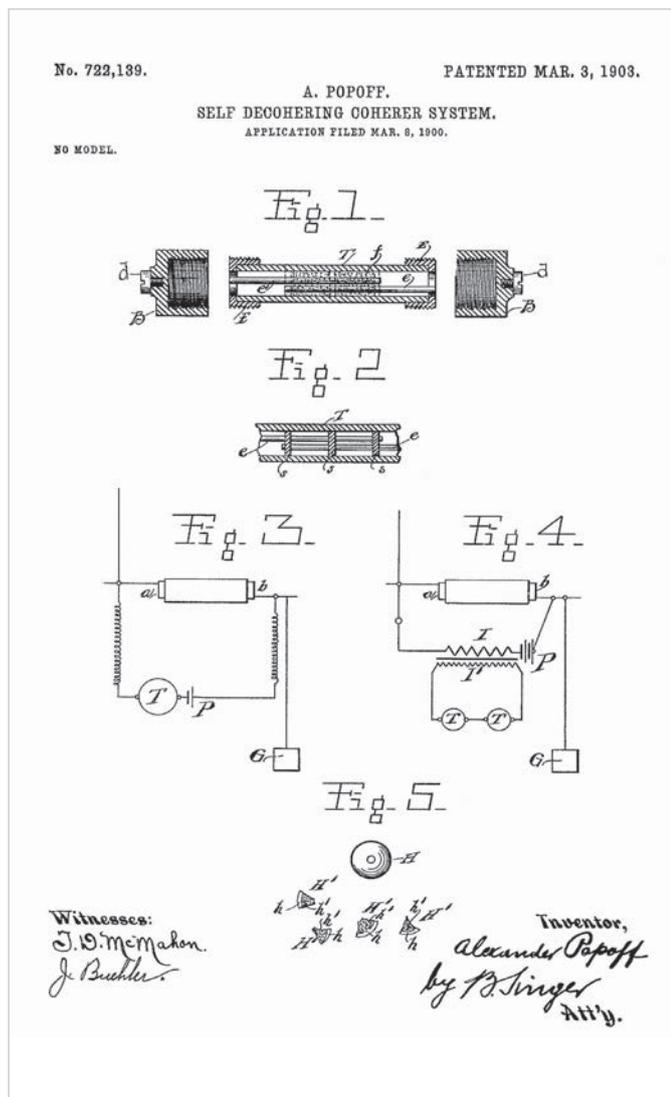
нии должности, и после долгих хлопот Джагдишу пришлось согласиться работать в этом учебном заведении на самых униженных условиях – преподавателем без оплаты. Целых три года Бос не получал ни рупии за свой труд, хотя именно в этом колледже в полной мере и раскрылся его незаурядный педагогический талант. Читаемые им лекции были настолько интересными, а сопровождавшие их эксперименты столь занимательными, что студенты заполняли аудитории до отказа. Вскоре Бос приобрёл огромный авторитет в студенческой и преподавательской среде – пришлось оценить его труд и администрации колледжа. Молодой индийский лектор был зачислен в штат с полагающейся зарплатой. Как только его материальное положение немного упрочилось, появилась возможность, помимо чтения лекций, заняться собственными исследованиями, осуществить свою давнюю мечту по созданию физической лаборатории. Обращение в министерство образования с предложением об организации в колледже небольшой физической лаборатории встретило явное противодействие. Министерство считало, что основная обязанность профессора – читать лекции, и наотрез отказало в какой-либо денежной дотации. Пришлось необходимые средства на приобретение различных деталей для конструируемой аппаратуры и оплату труда помощников выкраивать из своего личного бюджета. Как и А.С. Попов в России, индийский преподаватель физики усиленно стал заниматься проверкой максвелловской теории и воспроизведением опытов Герца, внося в них множество добавлений и конструктивных усовершенствований. Лучи Герца буквально захватили его воображение. И вот плеяду крупных учёных, внёсших вклад в развитие новой тогда науки радиотехники, таких как Попов в России, Бранли во Франции, Лодж в Англии, Риги и Маркони в Италии, Браун и Сляби в Германии, Тесла в США, вскоре пополнил калькуттский преподаватель физики Джагдиш Чандра Бос.

Маркони, используя способ, предложенный А.С. Поповым для автоматического встряхивания трубочки Бранли, получает первый патент в области беспроводной телеграфии в 1897 году. С этого момента начинается научное соревнование за увеличе-

ние дальности передачи сообщений по радио. Первый более чувствительный приёмник с когерером, не требующий встряхивания и использующий приём на наушники, патентует А.С. Попов не только в России, но и во Франции, Англии, Испании, Швейцарии и даже в США. Особый интерес вызывает малоизвестный американский патент А.С. Попова [5]. По номеру этого патента (722,139), заявленного 8 марта 1900 года и выданного 8 марта 1903 года, удалось отыскать его описание. Называется патент “Self-Decohering Coherer System”, или в переводе «Самодекогерирующая когерерная система». При этом декогерирующий прибор (в нашем понимании – детектирующий прибор), подробно описанный в патенте, назван Поповым радиокондуктором (radioconductor), как и в его российском патенте.

В этой связи следует подчеркнуть, что детекторный приёмник А.С. Попова может считаться первым в мире, поскольку он был запатентован в США раньше детекторных приёмников Данвуди (Dunwoody Н.Н.С. “Carborundum Detector” U.S. Patent № 837616, 23.03.1906), Пикарда (Greenleaf Whittier Pickard “Means for receiving intelligence communicated by electric waves” U.S. Patent 836,531; 1906). Джагдиш Чандра Бос также в США в 1904 году получил патент на детекторный приёмник № 755840 с названием “Detector for electrical disturbances”, но заявку на него он подал уже после А.С. Попова в 1901 году. И хотя Бос в описании своего патента не может ещё отказаться от термина «когерер», ставя его в один ряд со словом «детектор»: “This invention has reference to detectors and so-called coherers for the reception of electrical disturbances, Hertzian waves...” – тем не менее именно индийский изобретатель впервые ввёл в обиход понятие «детектор» (detector). К этому следует добавить, что профессор физики из Индии свои радиофизические исследования проводил в диапазоне миллиметровых волн. В своих экспериментах по регистрации миллиметровых электромагнитных волн он использовал полупроводниковые кристаллы сульфида цинка.

Использование им в своём изобретении диэлектрических линз, поляризаторов, призм и волноводов на частотах до 60 ГГц значительно опережало



Американский патент на первый в мире детекторный приёмник А.С. Попова

время. В 1897 году Бос представил свои микроволновые эксперименты в Королевском институте в Лондоне. Если А.С. Попов своё отношение к патенту Маркони выразил в письме в английский журнал "Electrician" в декабре 1897 года, которое он закончил словами: «Из вышесказанного может быть выведено заключение, что устройство приёмника Маркони является воспроизведением моего грозоотметчика» [4], – то Бос во многом способствовал предприимчивому Маркони достигнуть успеха в радио. В частности, он помог ему получить Нобелевскую премию 1909 года за первую в мире передачу сигнала через Атлантику с запада на восток. В использованном в этом эксперименте радиоприёмнике Маркони применил ртутный когерер под названием Mercury Drop Coherer. Как утверждает В. Аггарвал (Varun Aggarwal) в своей статье, опубликованной в 2006 году [6], ртутный когерер разработал Джаджиш Чандра

Бос. До этого с аналогичным утверждением выступил другой исследователь, П.К. Бандиопадхай, на страницах солидного научного журнала [7]. По его данным, фактическое происхождение ртутного когерера для установки Маркони, использованной при получении первого трансатлантического беспроводного сигнала в 1901 году, связано с именем профессора Боса, который в 1899 году выступил с сообщением об этом устройстве на заседании Королевского общества Великобритании и опубликовал материалы о нём в своих трудах. П.К. Бандиопадхай пишет: «Через двадцать один месяц после этих публикаций (в феврале 1901 года, как показывают записи) лейтенант итальянского флота Л. Солари (L. Solari), друг детства Г. Маркони, экспериментировал с этим детектором и представил Маркони доработанную версию когерера, на которую последний затем подал заявку на патент в Англии». «Скандал» с итальян-

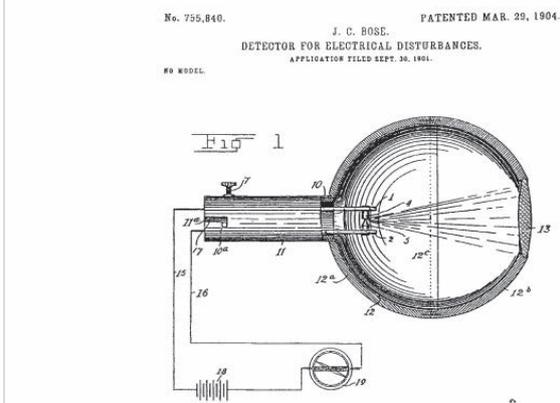
ским флотом был выявлен итальянцем А. Банти (A. Banti), а затем данный вопрос исследовал историк В. Дж. Филлипс (V.J. Phillips), говорит Бандиопадхай в своей статье. Таким образом, первый радиоприёмник Попова 1895 года Маркони воспроизвёл в своём патенте 1897 года, а ртутный когерер, разработанный Босом в 1899 году, итальянец применил в радиоприёмнике при передаче сигнала через океан в 1901 году.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

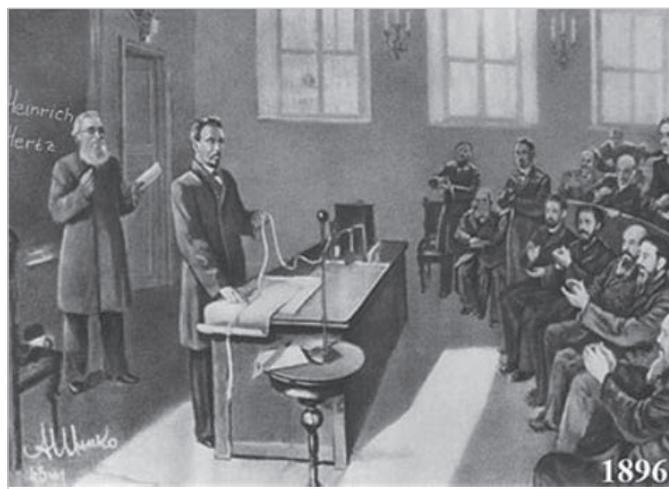
Сходство судеб Джагиша Чандры Боса и Александра Степановича Попова очевидно. Бос, мальчик из бедной бенгальской семьи, несмотря на преграды, рождённые колониальной политикой, по напутствию отца и благодаря своей целеустремлённости и способностям получает два высших образования в Англии и становится признанным учёным, который внёс большой вклад в образование своего

Detector for Electrical Disturbances Patent

JAGADIS CHUNDER BOSE



Американский патент на детекторный приёмник Д.Ч. Боса



А.С. Попов демонстрирует приём первой в мире радиограммы

народа, преподавая физику в колледже Калькутты, и создал первую физическую лабораторию в Индии. За свою новаторскую работу в области исследования СВЧ-радиоволн Институтом инженеров электротехники и электроники (IEEE) в 1997 году он был назван отцом микроволновой радиотехники [8]. Похожий жизненный путь был и у нашего великого соотечественника. А.С. Попов, родившись в бедной семье священника, получив духовное, а затем высшее университетское образование,

становится всемирно известным учёным, 7 мая 1895 года впервые продемонстрировав передачу сообщений с помощью электромагнитных волн, открыв тем самым новую эру в науке и технике для всего человечества. В этой связи нельзя не привести высказывания известных зарубежных учёных о научно-техническом вкладе Попова в изобретение радио. «Телеграфия без проводов в действительности является результатом опытов Попова» (Эдуард Бранли, Франция) [4], «Попов

первым заставил сам сигнал приводить в действие когерер, и я считаю, что этим нововведением мы обязаны ему» (сэр Оливер Лодж, Англия) [4].

Самое главное в деятельности Попова и Боса, что их объединяет и вызывает наше восхищение, – это их преданность и любовь к своему народу. После признания научных заслуг Д.Ч. Боса в Европе он мог бы остаться в той же Англии и продолжить там свои исследования в области беспроводного телеграфа, но он возвращается в Индию, где, несмотря на притеснения колониальных властей, делает всё возможное для развития индийской науки. Что же касается Попова, то своё отношение к России он выразил в следующих словах: «Я русский человек, и все свои знания, весь свой труд, все свои достижения я имею право отдать только моей Родине. Я горд тем, что родился русским. И если не современники, то, может быть, потомки наши поймут, сколь велика моя преданность нашей Родине и как счастлив я, что не за рубежом, а в России открыто новое средство связи» [9].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бартенев В.Г.* Россия – родина радио. Исторические очерки. – М.: Горячая линия – Телеком, 2016.
2. Бос Джагдиш Чандра. Большая советская энциклопедия: [в 30 т.] под ред. А.М. Прохорова. – М.: Советская энциклопедия, 1969.
3. <http://museum.krasnoturinsk.org/home/postoyannye-ekspozitsii/dom-muzej-a-s-popova.html>
4. Попов А.С. Сборник документов. – Л.: Лениздат, 1945.
5. *Бартенев В.Г.* Детекторные приёмники вчера, сегодня и завтра. – М.: Горячая линия – Телеком, 2016.
6. https://www.researchgate.net/publication/228794287_Jagadish_Chandra_Bose_The_Real_Inventor_of_Marconi's_Wireless_Detector
7. *Bondyopadhyay P.K.* Sir J. C. Bose's Diode Detector Received Marconi's First Transatlantic Wireless Signal On December 1901 (The "Italian Navy Coherer" Scandal Revisited). Proc. IEEE, Vol. 86, No. 1, January 1998.
8. *Emerson D.T.* The work of Jagadish Chandra Bose: 100 years of mm-wave research// IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, December 1997, Vol. 45, No. 12.
9. *Рыбкин П.Н.* Десять лет с изобретателем радио. – М.: Связьиздат, 1945.



ХОРОШО ПОД СОЛНЦЕМ, ЕСЛИ ТЫ LITEMAX!

Дисплеи сверхвысокой яркости

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

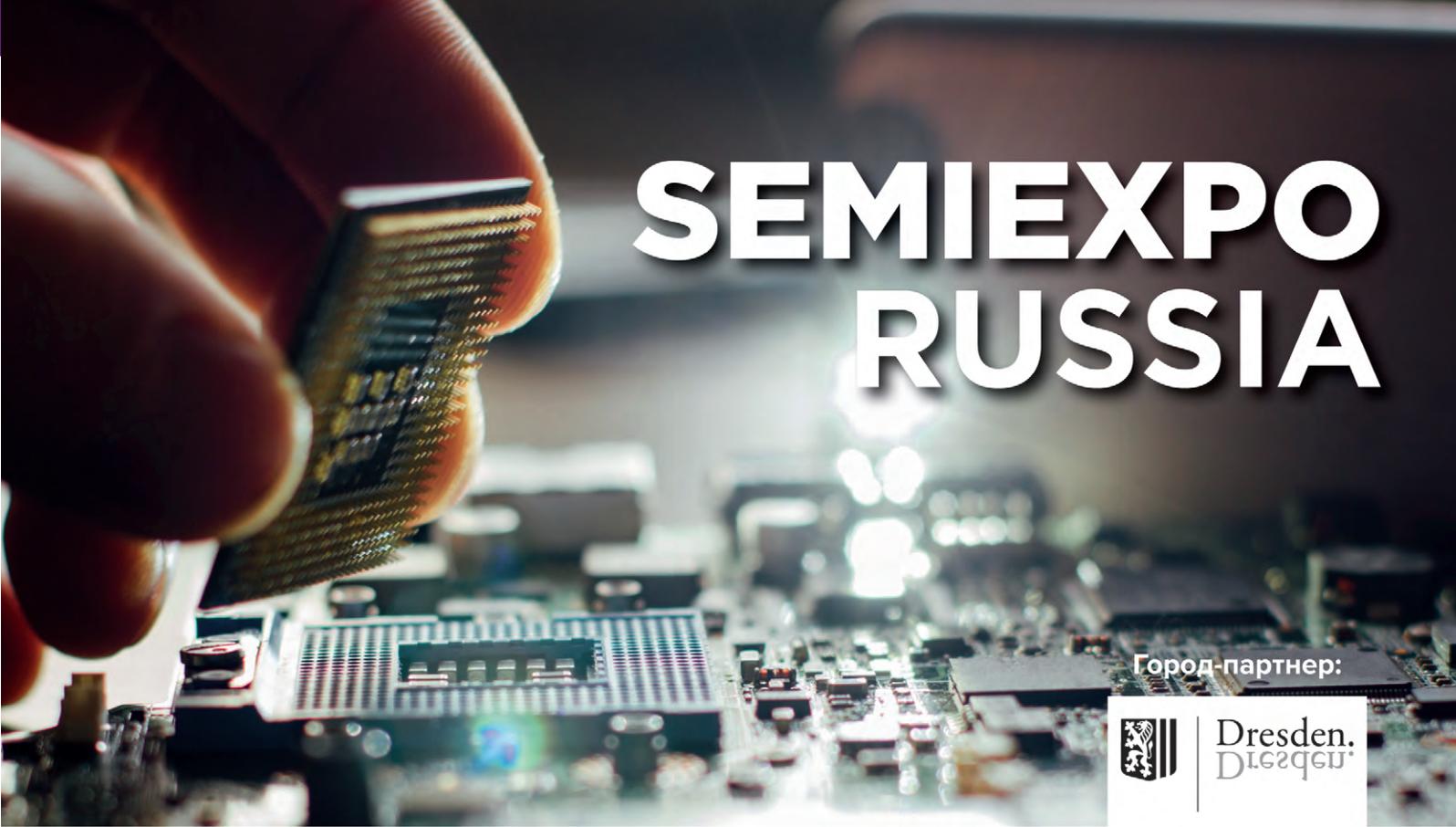
PROCHIP
POWERED BY PROSOFT

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

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



Реклама



SEMIEXPO RUSSIA

Город-партнер:



Dresden.
Dresdner

ОТРАСЛЕВЫЕ ОБЗОРЫ СОТРУДНИЧЕСТВО БИЗНЕС ИННОВАЦИИ

**ВЫСТАВКА И КОНФЕРЕНЦИЯ
ПО ТЕХНОЛОГИЯМ, МАТЕРИАЛАМ,
СТАНДАРТАМ И ОБОРУДОВАНИЮ
В ОБЛАСТИ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ**

Реклама

МОСКВА ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР» 14-15 МАЯ 2019 SEMIEXPO.RU

НОВОСТИ МИРА

Нитрид галлия превзошёл кремний: нас ждёт новая эра технологий

Эпоха кремниевых технологий подходит к концу, уступая место новому «материалу будущего» – нитриду галлия!

На днях Anker представила свой новый крошечный блок питания. По заверениям компании, столь малый размер устройства обусловлен компонентом, который был использован вместо кремния, а именно – нитридом галлия (GaN).

Растущая популярность этого прозрачного, подобного стеклу материала, говорит о том, что однажды он может превзойти кремний и сократить потребление энергии во всём мире.

В течение многих десятилетий кремний был основой технологической индустрии, но мы «достигли теоретического предела того, насколько его можно улучшить», – говорит Дан Цин Ван, доктор наук из Гарварда, которая проводит исследования GaN. По её словам, у всех материалов есть так называемая «запретная зона» – прямое следствие того, насколько хорошо они могут проводить электричество. У нитрида галлия она больше, чем у кремния, а значит он сможет

выдерживать более высокое напряжение и ток сможет проходить через устройство с большей скоростью. Об этом рассказывает Мартин Кубалл, физик из Бристольского университета, который возглавляет проект по GaN в области энергетики.

В результате, GaN намного эффективнее своих кремниевых аналогов, что также позволяет сократить и размеры устройств на его основе. С его помощью можно не только уменьшить зарядные устройства, но и заставить систему потреблять меньше энергии. По словам Кубалла, замена всей современной электроники на GaN может потенциально снизить энергопотребление на 10 или 25%.

Кроме того, нитрид галлия лучше выдерживает высокие температуры, что позволяет использовать его в весьма агрессивной среде. В современных автомобилях все электронные компоненты установлены далеко от двигателя, чтобы не перегреваться, но и это можно исправить.

Кстати, этот материал уже давно доминирует в другой области производства – в фотонике. В частности, именно нитрид галлия служит источником того самого «синего света», который используется для чтения

Blu-ray дисков. Крошечные лазеры толщиной в микрон (1/100 толщины человеческого волоса) уже сейчас могут быть использованы для создания нового поколения микроскопов.

Так почему же нельзя просто заменить кремний на GaN? Ответ прост – колоссальная индустрия, десятилетия производящая технологии на кремниевой основе. Такой глобальный переход не может быть осуществлён в кратчайшие сроки. Кроме того, новый материал постоянно приходится тестировать на надёжность. Ван отмечает, что у нитрида галлия есть и свои слабые места, и стоит исследовать их все, прежде чем запускать массовое производство носителей на нитридной основе.

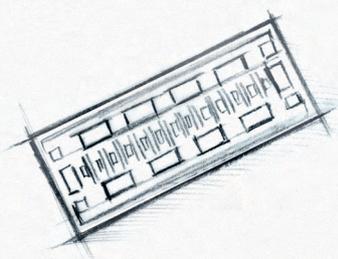
Специалисты Anker уверяют, что хоть кремний и дешевле GaN, зарядным устройствам на базе последнего нужно меньше компонентов для полноценного функционирования, что уравнивает оба материала. В настоящее время многие стартапы работают над развитием этой технологии, не исключено, что в 2020-е годы человечество выйдет из кремниевой эры и войдёт в эру нитрида галлия.

Популярная механика

CREE

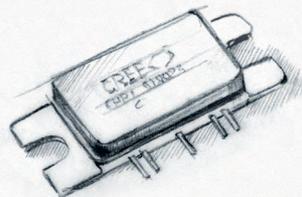
Wolfspeed

НОВЫЕ МОЩНОСТИ — НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ



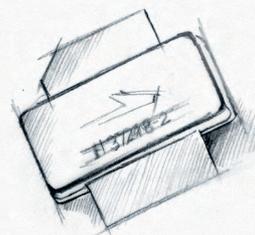
Кристаллы СВЧ-транзисторов GaN/SiC

- 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@PROCHIPRU ■ WWW.PROCHIPRU

Реклама



ЗАО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «ДОЛОМАНТ»

ОТВЕТСТВЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
ДЛЯ ЖЕСТКИХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

100% РОССИЙСКАЯ КОМПАНИЯ



ЗАКАЗНЫЕ РАЗРАБОТКИ

Разработка электронного оборудования по ТЗ заказчика в кратчайшие сроки

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



КОНТРАКТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

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

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

Микроэлектроника-2018: в фокусе инновации и сотрудничество

С 1 по 6 октября 2018 года в Алуште (Республика Крым) прошли Международный форум «Микроэлектроника-2018» и 4-я Международная научная конференция «Электронная компонентная база и микроэлектронные модули». Участники форума обсуждали проблемы в отрасли, пути развития и задачи, которые озвучил зампред правительства Ю.И. Борисов.

Мероприятия состоялись при поддержке Министерства промышленности и торговли РФ, Государственной корпорации «Ростех», ОООР «СоюзМаш России», АО «Росэлектроника», кластера передовых производственных технологий, ядерных и космических технологий «Сколково», федерального проекта «Работай в России!», инновационно-территориального кластера «ТехноЮнити», АО «НИИМЭ», АО «НИИМА «Прогресс», НИУ «МИЭТ» и Key ASIC Bhd.

В рамках IV Международного форума «Микроэлектроника 2018» была пред-

ставлена насыщенная деловая программа. Участники форума смогли ознакомиться с новейшими технологиями, презентациями готовых решений и идей.

Деловая программа форума была направлена на организацию прямого диалога между наукой, бизнесом и государством. Особое внимание уделено вопросам развития цифровой экономики в России, формированию нормативно-правовой базы, разработке ЭКБ, развитию производственных мощностей и выпуску готовой продукции.

Непосредственное общение бизнес-сообщества с ведущими специалистами и конструкторами, обмен мнениями по прорывным, уникальным технологиям и их практическому применению гарантированно послужит развитию отечественной микроэлектронной промышленности, преодолению импортозависимости и, конечно же, укреплению деловых отношений.

С приветственным словом к участникам конференции обратился директор Департамента радиоэлектронной промышленности России Сергей Владимирович Хохлов. В своём докладе он обозначил роль микроэлектроники в цифровой экономике России и основные тренды на рынке.

Затем к микрофону пригласили академика РАН, д.т.н., профессора Геннадия Яковлевича Красникова. В докладе руководителя Межведомственного



Сергей Владимирович Хохлов



Павел Павлович Куцько



Василий Викторович Шпак



совета главных конструкторов по электронной базе РФ прозвучали основные технологические направления развития отрасли. Особое внимание представитель НИИМЭ уделил аспектам современных технологий, по которым работают в России и в мире.

«Микроэлектронная промышленность – основа суверенитета России» – с таким докладом выступил представитель АО «НИИМА «Прогресс» Василий Викторович Шпак. Аудитория внимательно следила за словами докладчика, задавала вопросы.

Закрывал пленарную часть доклад Павла Павловича Куцько, ФГУП «МНИИРИП». Он поделился с собравшимися основными идеями системы управления знаниями радиоэлектронной отрасли на основе объединённого информационного пространства (ЭКБОП + РЭИТ + РЭА).

Геннадий Яковлевич Красников

Вечернюю программу первого рабочего дня завершила панельная дискуссия «Мировые тренды и возможности для микроэлектроники в долгосрочной перспективе. Глобальное шествие микро- и нанотехнологий». Специальные гости мероприятия – Алёна Владимировна Фомина, генеральный директор АО «ЦНИИ «Электроника», и Гульнара Шамильевна Хасьянова, генеральный директор ПАО «Микрон», – были в самом центре внимания. Многочисленные вопросы участников дискуссии надолго задержали руководителей российских компаний.

Подводя итог прошедших мероприятий, хочется отметить высокий уровень организации форума и Фестива-

Гульнара Шамильевна Хасьянова

ля инноваций. Организаторам удалось создать атмосферу профессионального сообщества и получить интересные комментарии от участников, на основе которых будут формироваться предложения по формированию стратегии развития радиоэлектронной отрасли в рамках программы «Цифровая экономика России». ©



Подробный фотоотчёт с Международного форума «Микроэлектроника-2018» и 4-й Международной научной конференции «ЭКБ и микроэлектронные модули» смотрите на сайте www.soel.ru в разделе «Фотоотчёты».

Руководители во всём мире отмечают серьёзное отставание в цифровой трансформации

Новое исследование Dell Technologies

Развивающиеся страны обладают самым высоким уровнем цифровой зрелости – это показало последнее исследование Digital Transformation Index с участием 4600 руководителей высшего звена из более чем 40 стран.

Несмотря на неуклонный рост темпов цифровизации, последнее исследование Dell Technologies “Digital Transformation Index” («Индекс цифровой трансформации») показывает, что программы цифровой трансформации во многих компаниях находятся в зачаточном состоянии. Это подтверждают 78% от всех опрошенных руководителей компаний из разных стран, полагающих, что их организации должны быть в большей степени охвачены цифровой трансформацией (с этим согласны 91% российских руководителей). Более половины респондентов (51%) считают, что в ближайшие 5 лет их компании столкнутся с трудностями в удовлетворении изменяющихся потребностей заказчиков (так считают 96% руководителей из России), и почти каждый третий (30%) руководитель беспокоится, что его компания может и вовсе потерять рынок.

В рамках данного исследования, проведённого Dell Technologies совместно с Intel и Vanson Bourne, были опрошены 4600 руководителей (от директоров до топ-менеджеров) по всему миру. Результаты опроса представлены в таблице.

Исследование показало, что самым высоким уровнем цифровой зрелости обладают развивающиеся страны: рейтинг возглавляют Индия, Бразилия и Таиланд. В то же время развитые страны отстают: Япония, Дания и Франция получили самые низкие оценки уровня цифровой зрелости. Россия находится в числе стран региона EMEA с наиболее высоким уровнем цифровой зрелости: на одном уровне с Польшей и Испанией, существенно опережая по этому показателю Данию, Францию и Бельгию. Кроме того, 53% опрошенных руководителей компаний из развива-

ющихся стран уверены, что они скорее будут сами инициировать изменения, чем приспосабливаться к внешним переменам, тогда как в развитых странах такого мнения придерживаются лишь 40%.

ОТСТАВАНИЕ

В новом отчёте “DT Index II” использовались результаты самого первого исследования “DT Index”, проведённого в 2016 г. Сравнение показывает, что прогресс за два года был незначительным и организации с трудом адаптируются к стремительным переменам: хотя процент компаний, относящихся к категории «Внедряющие», вырос, доля лидеров не увеличилась. В совокупности почти 4 из каждых 10 компаний (39%) по-прежнему попадают в две самые нижние категории («Ведомые» и «Отстающие»).

«В ближайшем будущем каждая организация должна будет перейти на цифровые рельсы, но наше исследование показывает, что большинству предстоит ещё долгий путь, – говорит Майкл Делл (Michael Dell), председатель совета директоров и генеральный директор Dell Technologies. – Организациям нужно модернизировать свои технологии, чтобы воспользоваться беспрецедентными возможностями цифровой трансформации. И откладывать больше нельзя».

ПРЕПЯТСТВИЯ ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ И СНИЖЕНИЕ УВЕРЕННОСТИ В СОБСТВЕННЫХ СИЛАХ

Согласно результатам исследования, 91% руководителей во всём мире сталкиваются с устойчивыми препятствиями, из-за чего они могут терять уверенность в своих силах.

Вот 5 главных проблем, мешающих цифровой трансформации в российских компаниях:

1. Отсутствие необходимых ресурсов и бюджета (50%).
2. Отсутствие необходимых знаний и навыков у персонала (29%).
3. Незрелая цифровая культура (27%).
4. Нормативные или законодательные изменения (26%).
5. Нерешённые вопросы безопасности и конфиденциальности данных (25%).

Почти половина респондентов из опрошенных стран (49%) считают, что в ближайшие 5 лет их организациям будет сложно подтверждать свою надёжность (в России так считают 98% респондентов). Почти треть (32%) не уверены, что их компании смогут выполнить нормативные требования, такие как Федеральный закон РФ № 152-ФЗ «О персональных данных» (31% российских руководителей). Каждый третий руководитель из опрошенных, включая российских, беспокоится о том, что его организация не сможет обеспечить безопасность данных персонала или клиентов.

ПЛАНЫ РЕАЛИЗАЦИИ ЦИФРОВОГО БУДУЩЕГО

Руководители обозначили основные приоритеты и направления инвестиций в будущую трансформацию. Особое внимание планируется уделять персоналу, безопасности и ИТ. 46% компаний обучают свой персонал необходимым цифровым навыкам, например программированию, тогда как в 2016 году таковых было 27% (в России 42% компаний вкладывают средства в обучение своих сотрудников).

Основные направления инвестиций в технологии на ближайшие 1–3 года:

1. Кибербезопасность (в России это наиболее популярное направление для планируемых инвестиций: об этом заявили 67% руководителей).
2. Технологии Интернета вещей (31% респондентов из России).

Темпы цифровой трансформации в России и мире

Группы	Описание	% респондентов, Россия, текущий момент	% респондентов, весь мир, текущий момент	% респондентов, весь мир, 2016 год
Лидеры (Digital Leaders)	Цифровой трансформацией полноценно охвачено всё предприятие	7	5	5
Внедряющие (Digital Adopters)	Имеют готовый план цифровой трансформации, инвестиций и внедрения инноваций	19	23	14
Оценивающие (Digital Evaluators)	Постепенно и осторожно реализуют цифровую трансформацию, планируют дальнейшие шаги, включая будущие инвестиции	36	33	34
Ведомые (Digital Followers)	Делают скромные инвестиции в цифровую трансформацию, планы находятся на стадии обсуждения	37	30	32
Отстающие (Digital Laggards)	Не имеют плана цифровой трансформации, инициативы и инвестиции имеют ограниченный характер	1	9	15

- Многооблачные среды (39% респондентов из России).
- Искусственный интеллект (34% респондентов из России).
- Подход, ориентированный на вычислительные технологии (56% руководителей из России).

Успехи компаний в будущем зависят от шагов, которые они предпримут сегодня. Например, компания Draper,

клиент Dell Technologies, традиционно занималась исследованиями для Министерства обороны, но теперь начинает осваивать такие коммерческие направления, как биомедицинские исследования.

«Технологии помогают нам решать самые серьёзные мировые проблемы. Диапазон этих технологий весьма широк: от инфраструктуры и служб,

лежащих в основе наших инноваций, до экспериментальных решений, которые мы используем, например, для профилактики заболеваний, – говорит Майк Кронс (Mike Crones), ИТ-директор Draper. – Мы не смогли бы открывать новые горизонты и называться современной научно-технической компанией, если бы не прошли весь путь трансформации и модернизации».



XLight

Серия светодиодных кластеров XLD-LINE с питанием 12 или 24 В



Преимущества

- Простота подключения благодаря специальным разъемам
- Деление на отрезки
- Коммутация кластеров в линию произвольной длины
- Высокий световой поток
- Широкий диапазон рабочих температур –40...+70°C
- Безопасное низковольтное оборудование
- Срок службы не менее 50 000 часов



(495) 232-1652

info@xlight.ru

www.xlight.ru



Реклама

Е·Х·Р·О ELECTRONICA

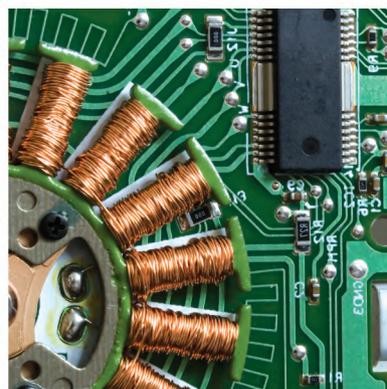
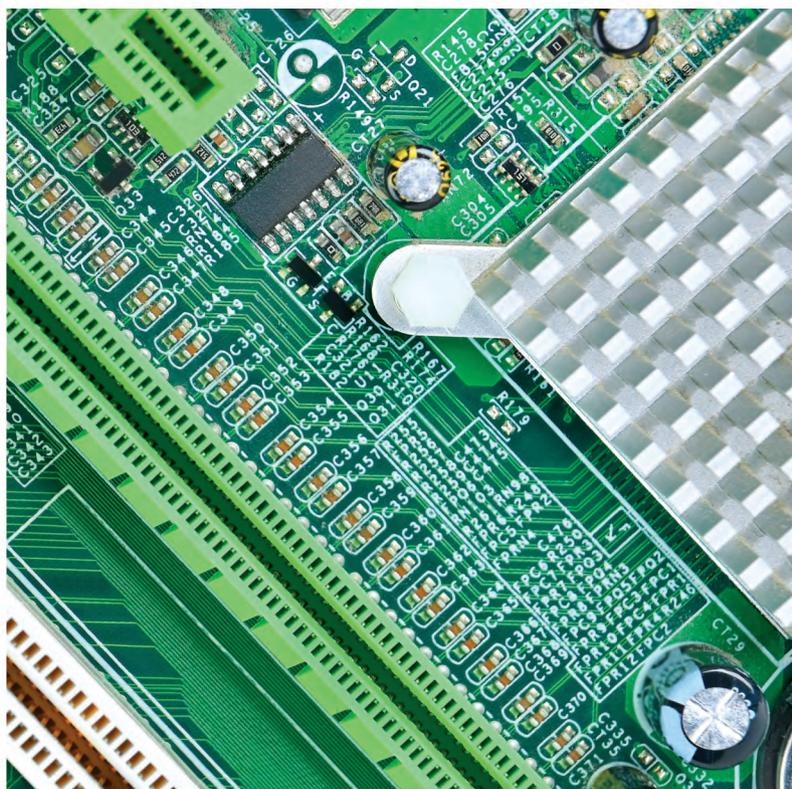


Ufi
Approved
Event

15-17
апреля
2019

Москва,
Крокус Экспо

Самая крупная в России
выставка электронных
компонентов, модулей
и комплектующих



Участники:

431 из 14 стран

Посетители:

11 073

из 66 регионов
России

Совместно с выставкой



Реклама



Организатор
Группа компаний ITE
+7 (499) 750-08-28
electron@ite-russia.ru

Забронируйте стенд
expoelectronica.ru



Только для специалистов

Расширяем границы векторного анализа

КОМПАНИЯ ПЛАНАР

ПРЕДСТАВЛЯЕТ РАСШИРИТЕЛИ ПО ЧАСТОТЕ
МОДЕЛИ **TFE1854**

ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ В КОМПЛЕКСЕ С АНАЛИЗАТОРАМИ
ЦЕПЕЙ СЕРИИ КОБАЛЬТ НА ЧАСТОТАХ ДО 54 ГГц



- Миллиметровый диапазон частот
- S-параметры, коэффициент передачи и отражения, КСВН
- Анализ в частотной и временной областях
- Балансные измерения
- Измерение устройств с переносом частоты
- Система синхронизации
- Компактные приемопередающие выносные модули
- Динамический диапазон более 130 дБ
- Минимальное время измерений 10 мкс
- Регулировка выходной мощности 30 дБ
- ПО для Windows и Linux

- Технология 5G
- Интернет вещей - промышленная автоматизация
- Разработка радиолокационных датчиков (радаров)
- Разработка систем радиовидения
- Измерение параметров антенн
- Измерение параметров материалов
- Измерение параметров компонентной базы на пластине



заходите: www.planarchel.ru звоните: +7 (351) 72 99 777
Более полную информацию о технических характеристиках можно получить на www.planarchel.ru


Сделано в России

Генератор SMA100B: лидерство характеристик без компромиссов

- І Диапазон частот от 8 кГц до 3/6/12,75/20 ГГц
- І Погрешность установки частоты от $\pm 3 \cdot 10^{-8}$
- І Диапазон установки уровня от -145 до +38 дБмВт
- І Погрешность установки уровня от $\pm 0,5$ дБ
- І Низкий уровень гармоник: ≤ -60 дБн (при уровне 18 дБмВт)
- І Негармонические составляющие до -100 дБн при 10 дБмВт
- І Ультранизкий фазовый шум ≤ -152 дБн (тип.) на 1 ГГц@10 кГц



ГОСРЕЕСТР
СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

www.rohde-schwarz.com/ru/product/sma100b