

СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

5

2020

**РАБОТАЙ ДОМА – НЕ ТЕРЯЙ ВРЕМЯ ДАРОМ –
ЧИТАЙ ЭЛЕКТРОННУЮ ВЕРСИЮ ЖУРНАЛА**



В номере:

**Экологические тренды
в промышленности и адаптация
к новой реальности**

**ГИС СВЧ на AIN-подложках
с отверстиями, заполненными
алмазом**

**ПИМ для защиты
трансформатора от ГИТ ЭМИ ЯВ**

и многое другое...

**Внедрение ECAD/EDA на российских
предприятиях**

**Измерения шумов анализаторами
фазового шума**

**Измерение КМШ с помощью
реальных сигналов**

**75-летию Победы
и 125-летию Радио
посвящается**



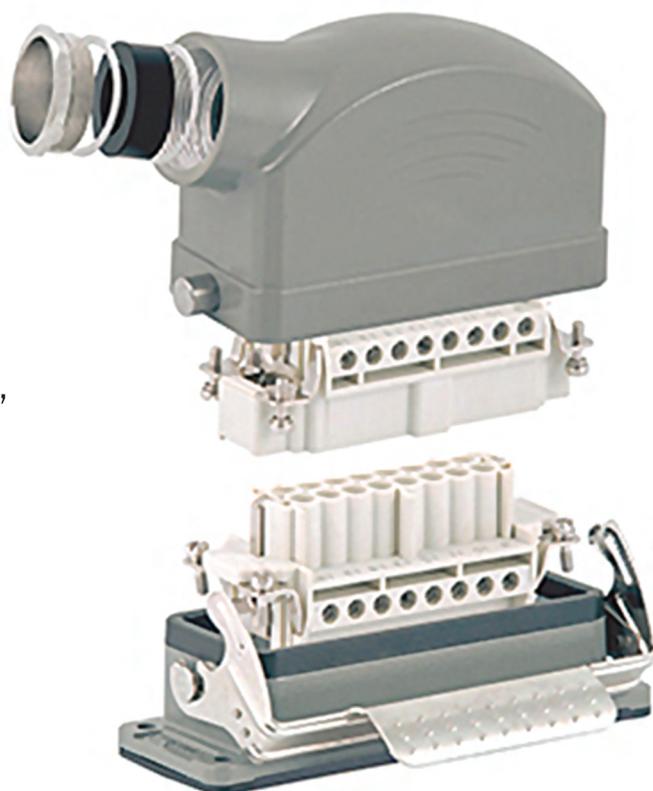
ПРОМЫШЛЕННЫЕ СИЛОВЫЕ РАЗЪЕМЫ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Многополюсной силовой низкочастотный соединитель типа СНП356 предназначен для использования в электрических цепях постоянного, переменного и импульсного токов.

Разъемы могут использоваться как для самостоятельного применения, монтаж прямо на печатную плату или отверстие панели, так и в качестве вставок для герметичных корпусов.

Номенклатура серии СНП 356:

- контактные и модульные вставки,
- кабельные и блочные кожухи,
- защитные крышки,
- кабельные вводы,
- винтовые, обжимные, пружинные контакты.



РЕКЛАМА



СНЕЖЕТЬ

Разработка и производство электрических соединителей

www.sneget.ru

АО «Завод «Снежень»

241902, Брянская обл., рп Белые Берега,
ул. Транспортная, 29
+7 (4832) 78-81-60, markret@sneget.ru



30 кВт в одном устройстве

Новые источники питания и электронные нагрузки постоянного тока высотой в 4U

EA-PSI 10 000 4U — источники питания

EA-PSB 10 000 4U — двунаправленные источники питания

EA-ELR 10 000 4U — электронные нагрузки

Напряжение до

2 000 вольт*

Ток до

1 000 ампер*

Мощность

30 000 ватт

* — максимальное значение для одного блока.
Возможно создание систем до 2 МВт.



THE ISSUE PERSON

- 4 Elena Ivanova: We Want to be Faster, Higher, Stronger

MARKET

- 8 Russian Market News

MODERN TECHNOLOGIES

- 12 **RFID: We Build and Produce Together**
Maxim Selivanov
- 14 **Manufacturer of HIC Microwave on Ecumenicity Substrates with Through Holes Filled with a Polycrystalline Diamond**
Yuriy Nepochatov, Vladimir Svinarenko, Igor Belashov
- 26 **HARTING Technology Group: Ecological Trends in Industry and Adaptation to the New Reality**
Olga Romanovskaya
- 28 **Robust in the Spray Zone: Han® F+B – Versatile Connectors for the Food Industry**
Florian Hackemeier
- 30 **3D MID Replaces Flexible Printed Circuit Boards – Cost Savings of up to Two Thirds**
Thomas Hess

ELEMENTS AND COMPONENTS

- 34 **Modern EPCOS Electrolytic Capacitors for Industrial Power Supplies and Automotive Electronics**
Yuriy Petropavlovskiy
- 38 **Super-Operational RAM Memory Chips from GSI Technology**
Evgeniy Pavlyukovich

DEVICES AND SYSTEMS

- 44 **Safety-Executive Module for Transformer Protection Relay from GIC EMP Nuclear Explosion**
Vladimir Gurevich
- 48 **Measurement of Pulse Signal Phase Noise Using R&S FSWP Phase Noise Analyzers Part 1**
Kirill Rummyantsev, Nikolay Lemeshko
- 54 **Making Noise Power Ratio Measurements with Real-World Signals**
Donald Vanderweit

DESIGN AND SIMULATION

- 58 **Introduction of ECAD/EDA at Russian Instrument-Making Factory**
Anton Plaksin, Ilya Skvortsov
- 62 **Design for Manufacturing (DFM) Part 4. Component Placement**
Igor Zyrin, David Marrakchi
- 68 **Configuring Data Synchronization between Concord Pro and Windchill PDMLink**
Vadim Ivanov
- 72 **Testing Embedded Systems: Developing Test SOFTWARE or JTAG Functional Test?**
Alexey Ivanov, Mick Austin

PAGES OF HISTORY

- 76 **Great Victory Day and Radio Day**
Vladimir Bartenev

Журнал «Современная электроника»

Издаётся с 2004 года

Главный редактор А. А. Смирнов

Заместитель главного редактора Д. А. Трофимов

Редакционная коллегия А. Е. Балакирев, В. К. Жданкин,

С. А. Сорокин, Р. Х. Хакимов

Вёрстка А. М. Бабичук

Обложка Д. В. Юсим

Распространение С. Ю. Чепурова (info@soel.ru)

Реклама И. Е. Савина (advert@soel.ru)

Учредитель и издатель ООО «СТА-ПРЕСС»

Генеральный директор К. В. Седов

Адрес учредителя и издателя:

117279, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 108, пом/ком/эт I/67/тех

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 «МЕДИАКОЛОР».

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, 2020

ПОДПИСКА

Концепция распространения журнала –

БЕСПЛАТНАЯ ПОДПИСКА ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ

на электронную версию журнала. Условие сохранения такой подписки – своевременное её продление каждый год.

ПЛАТНАЯ ПОДПИСКА С ГАРАНТИРОВАННОЙ ДОСТАВКОЙ

Преимущества:

- гарантированная доставка 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) 700-0507 • http://www.ural-press.ru

СОДЕРЖАНИЕ 5/2020

РЕКЛАМОДАТЕЛИ

EREMEX (Delta Design)9, 10, 59
ICAPE Group	33
Innodisk	71
JTAG	73
Keysight Technologies . . .	4-я стр. обл.
Litemax9, 37
LUMINEQ	22–23
Schaefer	53
Wolfspeed	25
XP Power	43
Главкон	69
ДОЛОМАНТ	7
НИФРИТ	1
Завод «СНЕЖЕТЬ» . . .	2-я стр. обл.
ТЕСТПРИБОР8, 11, 80
ЭЛМ (ALTIUM)8, 63

ВЫСТАВКИ

ChipEXPO-2020	67
ExpoControl	75
ExpoElectronica	3-я стр. обл.
RADEL	57

ПЕРСОНА НОМЕРА

- 4** Елена Иванова: «Мы хотим быть быстрее, выше, сильнее»

РЫНОК

- 8** Новости российского рынка

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- 12** RFID: вместе строим, вместе производим
Максим Селиванов
- 14** Изготовление ГИС СВЧ на алюмонитридных подложках со сквозными отверстиями, заполненными поликристаллическим алмазом
Юрий Непочатов, Владимир Свиноаренко, Игорь Белашов
- 26** HARTING Technology Group: экологические тренды в промышленности и адаптация к новой реальности
Ольга Романовская
- 28** Nan[®] F+V: универсальные соединители для пищевой промышленности
Флориан Хакельмайер
- 30** Монтажное основание приходит на смену гибким печатным платам
Томас Хесс

ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

- 34** Современные электролитические конденсаторы EPCOS для промышленных источников питания и автомобильной электроники
Юрий Петропавловский
- 38** Микросхемы сверхоперативной ОЗУ памяти от GSI Technology
Евгений Павлюкович

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

- 44** Предохранительно-исполнительный модуль для реле защиты трансформатора от ГИТ ЭМИ ЯВ
Владимир Гуревич
- 48** Измерения фазовых шумов импульсных сигналов с использованием анализаторов фазового шума R&S FSWP
Часть 1
Кирилл Румянцев, Николай Лемешко
- 54** Измерение коэффициента мощности шума с помощью реальных сигналов
Дональд Вандервейт

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

- 58** Внедрение программ класса ECAD/EDA на российских приборостроительных предприятиях
Антон Плаксин, Илья Скворцов
- 62** Проектирование для производства (DFM)
Часть 4. Размещение компонентов
Игорь Зырин, Дэвид Марракчи
- 68** Настройка синхронизации данных Concord Pro и Windchill PDMLink
Вадим Иванов
- 72** Тестирование встраиваемых систем: разработка тестового ПО или JTAG Functional Test?
Алексей Иванов, Мик Остин



СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

- 76** День Великой Победы и День радио
Владимир Бартенев

Елена Иванова: «Мы хотим быть быстрее, выше, сильнее»

Генеральный директор московского представительства Synopsys рассказала, как себя чувствует компания на отечественном рынке в условиях санкций, о спросе на IP-блоки, подготовке кадров, многострадальной идее импортозамещения и многом другом.

Насколько широко сегодня компания Synopsys охватывает сферу проектирования электроники?

Компания Synopsys – американский разработчик САПР для проектирования электроники – является лидером на мировом рынке САПР и IP-блоков уже больше 10 лет. Наша компания занимается разработкой, продажей и поддержкой программных продуктов, а также обучением работе с инструментами IP-блоков.

Synopsys предлагает решения, начиная с архитектурного уровня, с помощью которых можно разработать техническое задание (ТЗ) для проекта. Если ТЗ хорошо формализовано, то можно сгенерировать RTL.

Основной блок инструментов ориентирован на синтез и верификацию RTL-кода, трассировку и размещение топологии, физическую верифика-

цию до передачи GDS II на фабрику. Есть САПР и для фабрик: приборно-технологическое моделирование, анализ выхода пригодных, моделирование литографических процессов.

В портфеле Synopsys есть ещё САПР с узкой специализацией, например для моделирования фотоники, оптических эффектов (в том числе и осветительных приборов, таких как автомобильные фары) и др.

Появилось и новое для Synopsys направление, связанное с безопасностью и устойчивостью ПО. Это направление очень важно для компаний, которые работают с персональными или чувствительными данными.

Есть различные IP-блоки – кирпичики для постройки проекта как на физическом уровне, так и на уровне модели для создания ТЗ.

Есть и аппаратные решения, которые позволяют отлаживать проект и

приступать к написанию ПО на более ранних стадиях, например на этапе аппаратного прототипирования и эмуляции.

В России продаётся весь спектр продуктов Synopsys, поскольку разрабатываются самые разные проекты: 16, 28 и 40 нм.

Как подобрать оптимальный пакет ПО?

Если вы используете глубокий субмикрон и двойные фотошаблоны (16 нм и меньше), топологический редактор САПР потребует дополнительных модулей. В диапазоне от 90 до 28 нм требуется лишь стандартный набор инструментов.

Мы стараемся найти решение для каждого заказчика. В первую очередь оцениваем задачи, требования проекта и, исходя из этого, предлагаем несколько вариантов маршрута: минимальный, оптимальный или расширенный. Есть партнёрская программа в «Сколково», которая позволяет резидентам получить специальные условия в первые годы работы.

В России у вас есть дистрибьюторская сеть?

В 2011 году компания Synopsys открыла представительство в Москве. Этот шаг стал подтверждением нашей уверенности в российском рынке в целом и его потенциале. Для удобства клиентов продукты продаём за рубли. Кстати, ни один другой зарубежный поставщик САПР так не работает.

Есть предприятия, которые не могут по тем или иным причинам с нами работать напрямую. Тогда сотрудничаем через агентов – идём навстречу заказчику. Однако это в исключительных случаях.

Какую долю российского рынка занимает Synopsys сегодня?

По продажам IP-блоков около 90% российского рынка наши. Что касается инструментов, здесь сложнее сказать. Исходя из количества тех клиентов, с которыми мы работаем, у нас около половины рынка.



Елена Иванова

Насколько программные продукты Synopsys ориентированы именно на российских разработчиков?

Если вопрос о русификации нашего ПО, то эта процедура очень сложна и трудоёмка, необходимо постоянно следить за обновлениями. Руководства пользователя представлены лишь на английском языке. Нужен отдельный штат, который мог бы заниматься непосредственно переводом. К тому же российские разработчики предпочитают работать с оригинальными интерфейсами, как правило на английском языке.

Насколько активно в России покупают IP-блоки?

За последние годы очень сильно изменилось отношение разработчиков к IP-блокам. Раньше многие считали, что IP-блок можно разработать самостоятельно. Сегодня в более сложных проектах, когда появляются ограничения по времени и ресурсам, многие предпочитают «не изобретать велосипед», а приобретать проверенное решение. Интерес к IP-блокам появляется не только у ведущих компаний, которые разрабатывают проекты 16 нм, но и у тех, кто работает по традиционным технологическим нормам.

За последние 5–10 лет много ли было стартапов, которые после поглощения привнесли в ваш бизнес действительно работающие инновационные решения?

Мы очень внимательно следим за состоянием рынка. Новые технологии могут рождаться не только внутри Synopsys. Инновации иногда приходят с поглощениями других компаний. Много решений пришло извне – для верификации, создания IP-блоков и околофабричных задач. Например, в портфеле компании в связи с поглощениями появились решения для Ethernet (28G, 56G и 112G) однократно-программируемых (OTP) чипов.

Последнее семейство микропроцессора ARC, который также пришёл с поглощением, очень востребовано в больших компаниях. Причин тому много: процессор энергоэффективен, прост в обращении, отлично работает на всех операционных системах. Также для ARC есть дизайн-кит, который позволяет разрабатывать собственное ПО.

Многие крупные зарубежные компании размещают в разных странах центры поддержки, где в равноправные команды объединяются продажники и разработчики. Есть ли подобные команды у Synopsys в России?

У нас есть большое подразделение в Санкт-Петербурге, где работают 60 разработчиков, которые занимаются программным обеспечением и поддерживают процессоры ARC. Также есть небольшая группа, которая разрабатывает инструменты моделирования литографических процессов. В Москве у нас четыре человека, все они занимаются поддержкой заказчиков, ориентированы на продвижение и продажу решений в России.

Кстати, в Армении действует очень большое подразделение: 600 разработчиков занимаются портированием блоков под различные технологии. Готовит специалистов Ереванский университет.

Как выстраивается стратегия работы с российскими вузами?

МИЭТ – основной институт, с которым сотрудничаем. Были попытки выстраивания отношений с вузами других регионов, но, к сожалению, не такие удачные. Да, специалисты готовятся, однако ключевым элементом работы с университетами является заинтересованный человек в вузе, понимающий пользу такого курса и для университета, и для студентов. Как правило, такого человека найти очень сложно, и это не зависит от региона.

Компания Synopsys поддерживает кафедру в МИЭТ. Каждый год выпускается 20 специалистов. К сожалению, не все студенты идут работать по профилю. В разные годы по-разному: в один год большинство студентов находит себе применение именно в радиоэлектронной отрасли, а в другой – уходит в другие направления. Трудно сказать, от чего это зависит. Вероятно, в первую очередь – от предложений на рынке, и, конечно, от самого студента – где он сам себя видит.

Импортозамещение. Есть ли на российском рынке компании, которые действительно могут разработать конкурентоспособную САПР?

Очень актуальный вопрос. Предлагаю порассуждать на эту тему вместе. Возьмём в качестве примера нашу компанию. Synopsys существует на рынке 34 года. Мы поэтап-

но разрабатывали свой портфель. На данный момент в компании Synopsys работает более 12 тыс. человек. Просто представьте, какое количество человеко-часов было затрачено на создание САПР за эти годы, сколько было инвестировано в новые технологии при поглощении других компаний.

Теперь вернёмся к идее создания с нуля. Пофантазируем. Создаём компанию по разработке САПР. Нам нужно нанять хотя бы тысячу человек, которые начнут заниматься параллельной разработкой различных этапов проектирования. При самых оптимистичных прогнозах мы будем иметь «что-то» через 2–3 года. Посчитайте заработный фонд, плюс содержание компании, рабочих мест, при этом параллельно надо выстраивать инфраструктуру производства, создавать библиотеки, тестировать маршрут и оценивать качество результата путём пробных запусков на фабриках. Это весьма нетривиальная задача, требующая государственной поддержки и наличия квалифицированных кадров, готовых выполнить такую ответственную работу.

Будем рациональны. Нужно импортозамещать только то, что мы можем импортозаместить. Если перспективы туманны по некоторым направлениям, лучше думать о том, каким образом привезти недостающие технологии в Россию.

Как санкции повлияли на бизнес компании Synopsys в России?

Московское представительство является стопроцентной дочкой американской Synopsys. Поэтому мы соблюдаем все условия, которые выдвигаются для американской компании в России. Можем поставлять продукцию коммерческим предприятиям для гражданского применения. Есть ограничения по сотрудничеству с компаниями из запрещённого (санкционного) списка, и здесь, увы, мы ничего не можем сделать.

В большинстве случаев сотрудничество разворачивается по стандартной схеме: заказчик предоставляет формы для экспортного контроля. Как правило, этого достаточно для начала работы. Если же требуется оформление экспортной лицензии, то в Америку отправляется заявка, и оформление может затянуться от 2 до 7 месяцев. Если лицензию выдают – спокойно работаем, если нет, значит, нет.

Возвращаясь к теме импортозамещения. Сейчас выстраиваются хорошие взаимоотношения с азиатскими партнёрами. Многие напрямую говорят, что импортозамещение – это вытеснение американских производителей и замена их на китайских и малазийских. А есть ли в Азии подобные программные продукты, как у Synopsys?

Нет. Китай, Малайзия, Тайвань используют наши продукты или программное обеспечение наших конкурентов. В Азии нет компаний-разработчиков САПР. Фактически поставщиков систем автоматизированного проектирования можно пересчитать по пальцам одной руки.

Предусмотрены ли специальные условия для российских разработчиков?

С точки зрения качества САПР, наши продукты стандартизованы, едины для всех. С точки зрения коммерческих условий, всегда ищем оптимальный формат взаимодействия. Рынок очень малень-

кий, поэтому каждая сделка индивидуальна, коммерческие условия обсуждаемы.

В соответствии с ФЦП, в ближайшее время в России планируется создать множество дизайн-центров. Для вас, естественно, это хорошая новость – расширите клиентский пул. Ваши комментарии по этому поводу?

Идея коллективных центров уже лет 10 витает в воздухе. Она то ближе, то дальше. Здесь вопрос стоит в первую очередь юридический. Головное предприятие закупает САПР и потом предоставляет доступ к серверу дочерним предприятиям. В этом случае все юридические документы оформляются дочерними компаниями отдельно. Возникает вопрос юридической ответственности: если что-то куда-то «утекло», кто за это будет отвечать?

Касательно коммерческих условий, повторю: вопрос обсуждаемый. Не отказываемся, обязательно будем участвовать в развитии дизайн-центров. Главная проблема – экспортные ограничения.

И в завершение: почему российский разработчик должен выбрать именно Synopsys?

У нас безупречная репутация и прекрасная техническая поддержка продуктов. Инженеры плотно взаимодействуют с разработчиками по части технических вопросов. Никогда не даём ложных обещаний: если мы говорим, что сделаем, то обязательно сделаем.

Самое правильное слово, характеризующее развитие компании, – устойчивость. За 2019 год наша выручка составила \$3,2 млрд. Из года в год прирастаем на 10–12%, превышая выручку конкурентов на 30%. У нас огромный простор для развития. По-прежнему вкладываем больше трети выручки от реализации продуктов в разработку новых технологий. Предпочитаем инвестировать в развитие технологий, нежели выплачивать дивиденды, потому что хотим, чтобы технологически мы были быстрее, выше, сильнее. Я считаю, что это достойные аргументы для работы с Synopsys.



*Материал подготовил
Данила Трофимов*

НОВОСТИ МИРА

Минобороны тайно покупает «Эльбрусы» на 200 млн рублей

Как выяснили сотрудники CNews, Минобороны намеревается приобрести вычислительные комплексы на базе отечественных процессоров «Эльбрус», выделив на это 195 млн руб. Эта сумма выставлена в качестве начальной цены контракта в тематическом тендере ведомства.

Закупка в формате закрытого аукциона стартовала 14 мая 2020 г. Заявки от претендентов принимались до 22 мая. Торги были намечены на 26 мая. Победителю необходимо будет поставить технику до 10 ноября 2020 г.

Какие-либо подробности о требуемом Минобороны «железе» – о числе комплексов, их моделях и конкретных марках процессоров – в публичном доступе не представлены. Закрытый характер процедуры объясняется её причастностью к гособоронзаказу. Напомним, с целью защиты от западных санкций Минобороны проводит закупки техники на закрытых процедурах. Переход в непубличный режим состоялся согласно постановлению Правительства № 1428 от 27 ноября 2017 г.

Ознакомиться с техзаданием и иными документами авторизованные поставщики могут на специализированной площадке «Автоматизированная система торгов государственного оборонного заказа» (АСТ ГОЗ). Имя победителя и предложенная им цена вычислительных комплексов по итогам процедуры достоянием общественности также не станут.

При этом стоит отметить, что Минобороны не воспользовалось временным правом госорганов на безальтернативные неконкурентные закупки у единственных поставщиков. В связи с распространением коронавирусной инфекции Минфин и ФАС в конце марта 2020 г. разъяснили чиновникам, что пандемия является так называемым обстоятельством непреодолимой силы, что снимает с госорганов (но не с компаний с госучастием) ряд тематических ограничений, если они минимально обоснуют причинно-следственные связи между вирусом и закупкой.

Последняя из известных крупных закупок Минобороны компьютеров на отечественных процессорах линейки «Эльбрус» осуществлялась в конце 2018 г. Тогда министерство разместило извещение о покупке 500 станций «Эльбрус 801-PC вариант 2» по начальной цене около 410 тыс. руб. за штуку, и столько же станций «Эльбрус 801-PC вариант 3» по цене порядка 391 тыс. руб. за штуку. Таким образом общая начальная цена контракта на поставку 1 тыс. станций составила 400 млн руб. Закупленное оборудо-

вание победителю тендера необходимо было передать заказчику до 30 сентября 2019 г. Процедура также носила закрытый характер, поэтому другие подробности неизвестны.

«Эльбрус 801-PC» выпускается Институтом электронных управляющих машин им. И. С. Брука (ИНЭУМ) – партнёром МЦСТ. В станции задействован восьми ядерный процессор «Эльбрус-8С» с частотой ядра до 1300 МГц. В ассортименте ИНЭУМ имеется ещё с десяток различных конфигураций серверов и рабочих станций на разных процессорах линейки «Эльбрус».

У Минобороны есть и опыт приобретения высокопроизводительных многопроцессорных вычислительных систем «Эльбрус-90 микро». Несмотря на отсылку к процессорам «Эльбрус», в этих системах задействованы процессоры линейки «МЦСТ R» на основе архитектуры SPARC. По недавнему заверению разработчика, МЦСТ работы по развитию этой линейки сворачивать не планирует.

Впрочем, не исключено, что за формулировкой «вычислительные комплексы» в названии нового тендера Минобороны скрываются персональные компьютеры, а их производством занимается (или легко может начать это делать) достаточно широкий круг сборщиков компьютерной техники.

CNews



ЗАО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «ДОЛОМАНТ»

ОТВЕТСТВЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
ДЛЯ ЖЕСТКИХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

2020

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

Новости российского рынка

АКЦИЯ

УСПЕЙТЕ ВОСПОЛЬЗОВАТЬСЯ УНИКАЛЬНЫМИ УСЛОВИЯМИ НА ПРИОБРЕТЕНИЕ ЛИЦЕНЗИЙ ALTИUM DESIGNER 20!

Компания Altium, ведущий мировой разработчик в области проектирования электронных устройств, и ООО «ЭЛМ», официальный дистрибьютор компании Altium на территории Российской Федерации, предлагают воспользоваться специальным предложением на приобретение лицензий Altium Designer 20.

В Altium Designer 20 добавлены новые инструменты, расширяющие возможности проектирования печатных плат:

- трассировка под произвольным углом;
- новые правила проектирования;
- новое ядро моделирования смешанных аналого-цифровых цепей;
- динамическая компиляция схемотехнического редактора и многое другое.



Для компаний, входящих в реестр среднего и малого предпринимательства и ранее не приобретавших лицензии Altium Designer, стоимость бессрочной полнофункциональной лицензии будет составлять 299 000 руб.

Для компаний, которые уже приобрели лицензии Altium Designer, покупка дополнительных мест будет составлять 329 000 руб.

В рамках поставки покупатель гарантированно получает:

- техническую поддержку и обновление Altium Designer до 30.06.2021;
- будущий релиз Altium Designer 21.

Предложение действительно до 26 июня 2020 года.

Подробную информацию об Altium Designer и специальных предложениях можно получить на официальном сайте <https://www.altiumdesigner-20.ru>, а также отправив запрос по адресу vad@elm-c.ru или позвонив по телефону +7 (495) 005-5145.

СОБЫТИЯ

ИЗМЕНЕНИЕ ДАТ ПРОВЕДЕНИЯ IX ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ-2020»

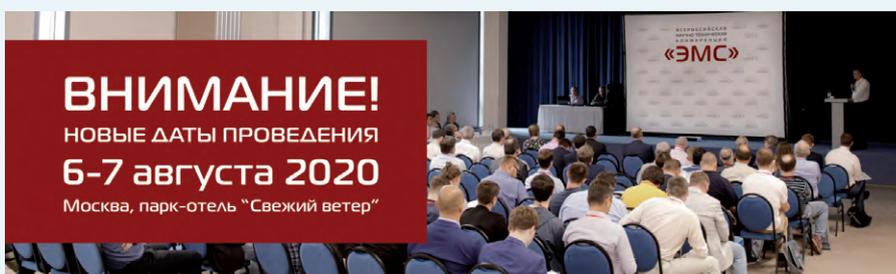
В связи с проведением мероприятий по предупреждению распространения новой коронавирусной инфекции COVID-19 на территории Российской Федерации организационный комитет IX всероссийской научно-технической конференции «**Электромагнитная совместимость-2020**» принял решение о переносе дат проведения.

IX всероссийская научно-техническая конференция «**Электромагнитная совместимость-2020**» пройдет **6 – 7 августа 2020 г.** в парк-отеле «Свежий ветер».

АО «ТЕСТПРИБОР» совместно с АО «Концерн «Радиоэлектронные технологии» (КРЭТ), АО «Российская электроника», ФГУП МНИИРИП, с участием ФГУП ВНИИФТРИ приглашает специалистов принять участие в работе IX всероссийской научно-технической конференции «**Электромагнитная совместимость**».

Основные направления работы конференции:

- Нормативно-правовое поле ЭМС, сравнение отечественных и зарубежных стандартов.



- Испытания бортовых сетей на ЭМС, их разработка и защита с учётом требований ЭМС.
- Защита РЭА от электромагнитных воздействий.
- Восприимчивость устройств к преднамеренным ЭМП (испытания).
- Разработка устройств с учётом требований ЭМС.
- Прогнозирование и расчёт электромагнитной обстановки (математические расчёты, моделирование).
- Объектовая и межобъектовая ЭМС.
- Обеспечение ЭМС военных и гражданских РЭС в полосах совместного использования с учётом мероприятий по конверсии радиочастотного спектра.
- Экранирующие, поглощающие и отражающие материалы.
- Экранирование корпусов, кабельных линий и соединителей.

- Проблемы организации испытательных лабораторий.
- Испытательное оборудование для ЭМС.
- Метрологическое обеспечение испытаний в области ЭМС.

Для участия в конференции необходимо **не позднее 31 июля 2020 года** прислать заполненную заявку в организационный комитет:

- по электронной почте: chernykh@test-expert.ru (Ольга Черных), timonina@test-expert.ru (Мария Тимонина);
- по факсу: +7 (495) 657-87-37;
- скачать заявку в электронном виде можно на сайте www.test-expert.ru в разделе «Пресс-центр».

Участие в конференции платное.

За подробной информацией о стоимости, формах участия и программе конференции обращайтесь в организационный комитет по телефону +7 (495) 657-87-37 доб. 373 (Мария Тимонина) или доб. 321 (Ольга Черных).

АСКОН объявляет о старте Конкурса асов 3D-моделирования 2020

Компания АСКОН, партнёр ЭРЕМЕКС по консорциуму «РазВИТие», объявляет о приёме заявок на Конкурс асов 3D-моделирования 2020.

К участию в конкурсе приглашаются профессиональные пользователи КОМПАС-3D и приложений – сотрудники предприятий и индивидуальные разработчики.

Конкурс 2020 пройдёт при поддержке партнёров АСКОН по консорциуму «РазВИТие» – компаний ТЕСИС, НТЦ «АГМ» и ЭРЕМЕКС.

Присоединяйтесь к сообществу асов 3D-моделирования и присылайте свои работы!

Сроки и этапы проведения конкурса:

- приём заявок на конкурс открыт с 20 апреля 2020 года;
- окончание приёма работ – 31 августа 2020 года;
- объявление результатов и награждение победителей – октябрь 2020 года.

Каждый участник подаёт заявку на участие в одной или нескольких основных номинациях. Количество проектов от одного участника не ограничено.

Основные номинации конкурса 2020 года:

1. Направление «**Машиностроение**».

По три призовых места в каждой из трёх категорий: до 999 деталей; от 1000 до 4999 деталей; от 5000 деталей.

2. **Лучший проект в области промышленного и гражданского строительства.**



3. **Лучшая прикладная разработка** – в номинации рассматриваются программные приложения к КОМПАС-3D.

4. **Молодой профессионал** – проекты авторов в возрасте до 28 лет включительно.

5. **Электронная модель изделия** – в номинации рассматриваются 3D-модели, содержащие элементы оформления по ГОСТ 2.052-2015.

В этом году объявлен ещё ряд дополнительных номинаций, что даст участнику больше шансов на победу.

Важно! Если в работе совместно с КОМПАС-3D используется Delta Design или другие приложения от партнёров консорциума, проект дополнительно примет участие в особых номинациях от партнёров по консорциуму «РазВИТие».

В перечень продуктов от партнёров входят:

- расчётное приложение KompasFlow от ТЕСИС;
- САПР печатных плат Delta Design от ЭРЕМЕКС;
- программы для прочностных расчётов APM FEM / APM WinMachine / APM StructFEM от НТЦ «АГМ».

ЭРЕМЕКС поддерживает особую номинацию «**Лучшее использование Delta Design**».

Для участия в конкурсе можно использовать триальные версии САПР Delta Design. Скачать триальные версии ПО ЭРЕМЕКС можно после короткой регистрации на сайте www.ere mex.ru.

Важно! К участию в конкурсе допускаются работы, выполненные не только в лицензионной версии КОМПАС-3D, но и в ознакомительной 30-дневной или находящейся на этапе опытной эксплуатации. Такие же условия действуют для использования приложений партнёров консорциума.

Участникам конкурса предлагается скачать пробную версию любой из перечисленных систем или оформить опытную эксплуатацию. Тестируйте, создавайте проекты, а результат отправляйте на Конкурс асов. За пробной версией или опытной эксплуатацией обращайтесь на marketing@kompas.ru.

Подробности и регистрация на конкурс размещены на странице мероприятия <https://best.ascon.ru/>.

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

АЕСХ-WHL0 создан для обеспечения высокой производительности

Компания *Litemax*, ведущий поставщик промышленных вычислительных решений, представляет 3,5-дюймовую встроенную плату АЕСХ-WHL0 на базе процессоров Intel® 8-го поколения Core™.

Модуль АЕСХ-WHL0 создан для обеспечения высокой производительности на базе процессоров 8-го поколения Intel® Core™ i3 / i5 / i7 и Celeron® (кодовое название Whiskey Lake). АЕСХ-WHL0 предоставляет широкий набор функций ввода/вывода, включая шесть портов USB, два порта Gigabit Ethernet и до четырёх COM-портов.

АЕСХ-WHL0 также предлагает гибкость с выбором портов для дисплея: либо два DP, либо HDMI и LVDS. Пользователи могут использовать расширенную версию АЕСХ-

WHL0 с полноразмерным Mini-PCIe и несколькими слотами M.2 (один 2280 M-Key и один 3042 B-Key), созданными для питания встроенных девайсов.

Разработанный для использования в жёстких условиях эксплуатации АЕСХ-WHL0 имеет широкий диапазон входного напряжения, он может функционировать в широком диапазоне рабочих температур. В сочетании с компактным 3,5-дюймовым дисплеем АЕСХ-WHL0 является идеальным решением для приложений Smart Retail, автоматизации, Digital Signage, Intelligent Transportation и IoT.

Особенности АЕСХ-WHL0:

- процессоры Intel® 8-го поколения Core™ i7 / i5 / i3 / или Celeron®;
- два 260-контактных разъёма SO-DIMM DDR4 до 32 Гбайт 2400 МГц SDRAM;
- мультidisплей: 2×DP (HDMI) / LVDS (eDP);
- два порта Intel® Gigabit Ethernet;



- 1×Mini-PCIe (полноразмерный), 1×M.2 B-ключ; 1×M.2 M-ключ 2280 (NVMe);
- 3042 (WWAN w / nSIM);
- 1×SATA III (с SATADOM), 4×COM, 4×USB 3.1 и 2×USB 2.0;
- постоянное напряжение 12 В или 19–24 В, EuP / ErP 2013 Ready.

www.prochip.ru
Тел.: (495) 232-2522

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ЭРЕМЕКС ВЫПУСТИЛА БЕТА-ВЕРСИЮ DELTA DESIGN 3.0

Российская компания ЭРЕМЕКС, разработчик САПР электроники Delta Design, в начале апреля выпустила **бета-версию Delta Design 3.0**.

Текущее обновление является наиболее существенным за последние несколько лет. Изменения затронули как внутренние механизмы работы Delta Design, так и набор функций, который эта САПР предоставляет пользователям.

Delta Design 3.0 кардинально отличается от предыдущих версий. Архитектура системы улучшена, что даёт возможность подключать новые дополнительные модули. Разработан новый математический движок и новое расчётное ядро, что позволило значительно повысить качество трассировки печатных плат, практически все алгоритмы стали работать лучше, быстрее.

Переход на Delta Design 3.0 обеспечит разработчикам печатных плат ускорение процесса проектирования, более удобный интерфейс и минимизацию ручных операций.

Расширен функционал импорта проектных данных из сторонних E-CAD-систем. Теперь пользователи смогут конвертировать в САПР Delta Design библиотеки из форматов *.SchLib и *.PcbLib (формат САПР Altium Designer).

Все основные модули, которые ранее существовали отдельно, интегрированы в единую среду. Топологический редактор печатных плат TopoR полностью зашит в редактор печатных плат Delta Design, система цифрового моделирования Simtera встроена в сквозной цикл проектирования, система аналогового моделирования SimOne теперь обладает всеми возможностями отдельной версии, включая библиотеку из 40 тыс. SPICE-моделей.

Теперь весь процесс проектирования печатных плат проводится в интерфейсе Delta Design 3.0. Этот набор возможностей включает в том числе: топологическую трассировку соединений в произвольных направлениях, расчёт формы проводников кратчайшей длины, параллельную оптимизацию альтернативных вариантов топологии, любое редактирование проекта с сохранением целостности разводки и без нарушения проектных правил и другие операции для трассировки печатных плат, известные пользователям по работе в редакторе TopoR.

Для автоматической трассировки проводников добавлен новый режим «эскизная трассировка». Он применяется в случаях, когда проводник нужно провести по конкретно заданной траектории. Теперь можно просто наметить мышью примерную топологию прохождения проводника, этого будет достаточно для дальнейшей автоматической трассировки.

В редактор печатных плат Delta Design добавлена поддержка высокоскоростных (High Speed) плат. Появилась возможность создания сигнальных цепей (XNet), сигналов пин-пар, групп сигналов с возможностью выравнивания по длине или задержке, по пин-паре в группе и выравнивания сигналов относительно друг друга. Обеспечивается индикация выравнивания длин и учёт задержки на выводах и переходных отверстиях.

Проведены доработки схемотехнического редактора с учётом пожеланий пользователей системы. Реализована поддержка встроенных блоков, что позволяет на принципиальной электрической схеме создать схему блока, а далее на этой же схеме использовать условно-графическое обозначение (УГО) этого блока. При этом нумерация компонентов производится в соответствии с правилами ГОСТа, пользователи могут редактировать схему блока прямо на общей принципиальной схеме с сохранением её целостности.



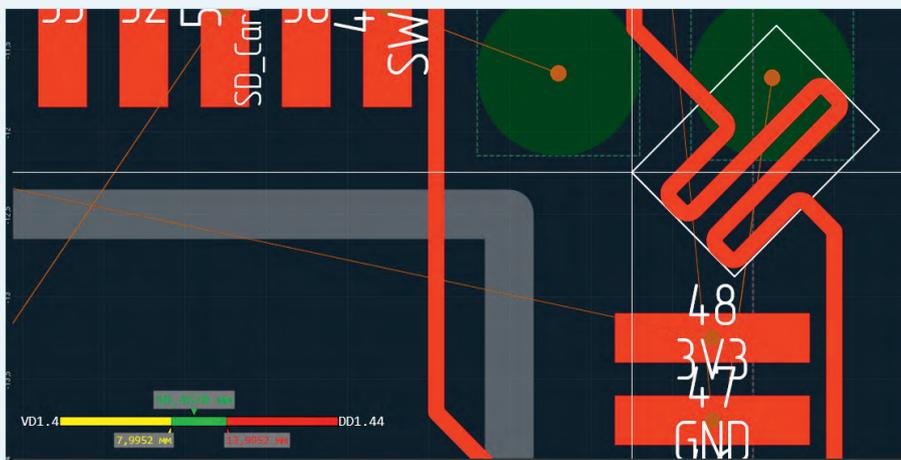
В состав САПР Delta Design 3.0 вошёл новый инструмент для оформления конструкторской документации на печатную плату в соответствии с правилами ЕСКД – модуль «Чертеж». Кроме обычной графики на чертеж можно поместить проекции печатной платы с выбором слоёв или её масштабируемый фрагмент, таблицу сверловки и другие компоненты проекта. Реализован новый механизм работы с размерными линиями, обеспечивается синхронизация чертежа с редактором печатных плат.

Появился новый модуль – универсальный редактор производственных файлов **DeltaCAM**. Любой проект печатной платы, спроектированный в Delta Design, может быть автоматически загружен и открыт в DeltaCAM-редакторе. При автоматической загрузке проекта типы слоёв и их порядок следования сохраняются. Синхронизация между редактором печатных плат и САМ-редактором позволяет быстро переключаться и переходить к нужной точке проекта.

Редактор DeltaCAM позволяет загружать и редактировать топологию печатной платы, созданную и в сторонних САПР. Пользователь может создавать новые типы апертур и отверстий или вносить изменения в уже существующие. Также в модуле реализован широкий перечень различных DRC-проверок, которые позволяют проверить проект на соответствие требованиям производителя печатных плат. В DeltaCAM реализован механизм поиска возможных коротких и разрывов цепей.

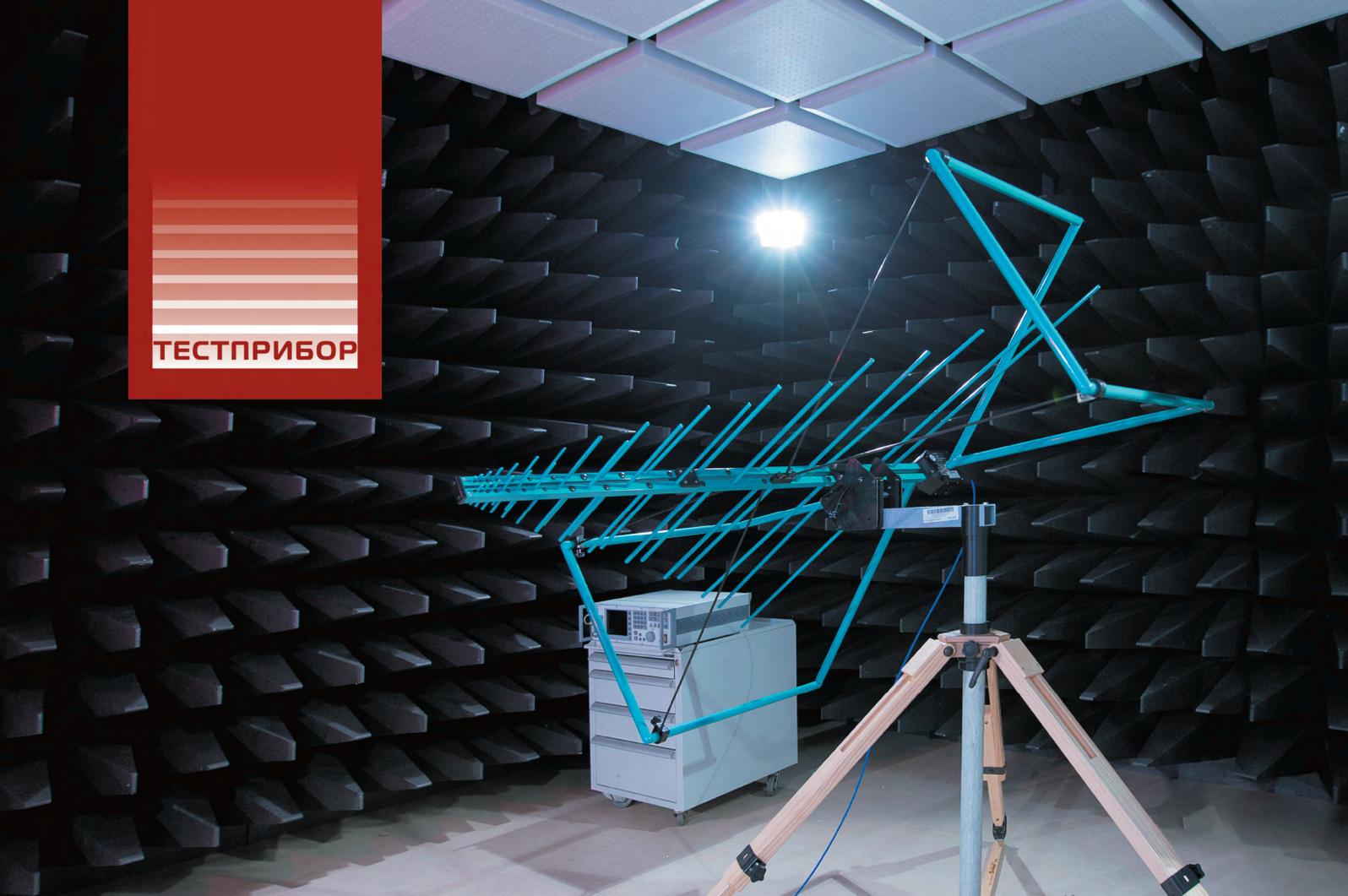
САМ-модуль позволяет создавать отдельный тип проекта – панелизацию, в котором может быть осуществлена мультипликация как однотипных, так и разнотипных проектов плат.

С выходом бета-версии Delta Design 3.0 стартовал период финального тестирования, в котором могут принять участие все пользователи, зарегистрированные на сайте разработчика <https://www.eremex.ru/>.





ТЕСТПРИБОР



ИСПЫТАНИЯ

квалификационные | предквалификационные | НА ЭМС

**АККРЕДИТОВАННАЯ ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ
АО «ТЕСТПРИБОР» ПРЕДЛАГАЕТ ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ:**

- На устойчивость к переходным процессам, провалам, прерываниям и изменениям напряжения в системе электропитания.
- На восприимчивость к кондуктивным помехам.
- На устойчивость к воздействию электростатических разрядов.
- На устойчивость к воздействию переходных процессов вызванных молниевым разрядом.
- На устойчивость к воздействию постоянного и переменного магнитного поля.
- Измерение коэффициента экранирования, безэховости и валидация измерительных площадок.
- Измерение уровня кондуктивных помех.
- На устойчивость к воздействию электромагнитных полей различной интенсивности до 40 ГГц.
- Измерение уровня электромагнитных помех (помехоэмиссия).
- Разработка методики испытаний в соответствии с требованиями ГОСТов и технических заданий.

По результатам прохождения испытаний выдается протокол, который является основанием для получения сертификата соответствия. По требованию Заказчика испытания проводятся под контролем ВП МО РФ.



Специальный проект журнала «Современная электроника» и ГК «СИЛТЭК»

RFID: Вместе строим, вместе производим

Максим Селиванов (smv@siltech.ru)

В предыдущих статьях [1, 2] автор рассказал о видах радиометок, о том, как устроена RFID-система и как определить расположение метки на объекте. В настоящей статье речь пойдёт об использовании технологии радиочастотной идентификации в строительстве, промышленности и ТЭК.

Строим, знаем из чего

Чтобы всегда быть уверенным в качестве выполняемых на стройке работ, отделу снабжения необходимо знать состав и пропорции ингредиентов, использованных в материалах. Внешне железобетонные изделия (ЖБИ) выглядят одинаково, но конструктивно их характеристики могут сильно отличаться: по марке бетона, форме арматуры и т.д. Здесь на помощь приходят электронные носители информации.

Самые прогрессивные изготовители ЖБИ постепенно начинают внедрять в производство элементы цифровизации, в том числе RFID-метки. Это позволяет идентифицировать каждую единицу продукции на стадии производства: метка имплантируется во время создания металлокаркаса. Маркированный материал можно отслеживать на протяжении всего производственного цикла. Строительная организация, принимая партию продукции, сможет быстро осуществить входной контроль, обратившись к первоначальной информации из метки. Контроль продолжается на стадии сборки и эксплуатации ЖБИ, вплоть до сноса здания.

RFID-технология обладает рядом преимуществ перед штрихкодированием, которое пока применяется повсеместно. RFID позволяет одновременно дистанционно считывать сразу несколько сотен меток, при этом на идентификацию не влияют погодные условия (стройматериалы зачастую складываются на открытых площадках).

Промышленность: всё под контролем

Промышленное предприятие владеет огромным количеством средств произ-

водства, поэтому инвентаризация такого хозяйства представляется слишком трудоёмким процессом. Многие производственные компании до сих пор просто пишут инвентаризационный номер объекта маркером или краской, используют наклейки со штрихкодами или обычные бирки с номерами.

Пластиковый корпус RFID-метки не боится пыли, грязи, влаги, масел и агрессивных сред, что особенно важно в условиях промышленного производства. Срок службы меток сравним со сроком службы самих объектов маркировки. Специалист по обслуживанию с помощью терминала сбора данных считывает метку, на основе записанной там информации производит регламентные работы и отмечает выполненное в этом же терминале. Диспетчер в режиме онлайн получает от терминала данные и на их основании даёт специалисту новые задания. Все данные о манипуляциях с объектами и состоянии этих объектов хранятся в специализированном ПО, которое отслеживает весь их жизненный цикл.

На любой промышленной площадке дополнительными объектами для маркировки могут стать заготовки, узлы и сборочные единицы, которые проходят несколько десятков технологических операций (покраска, шлифовка, обжиг, отточка и т.д.). Чтобы информация обо всех манипуляциях фиксировалась оперативно, без задержек и потерь, лучше использовать RFID-метку в виде ярлыка. Ярлык можно снять с изделия на время операции и закрепить снова, когда потребуется отправить его на следующий участок обра-

ботки. Эта короткая процедура – самый длительный этап в процессе учёта. Всё остальное делается автоматически.

Ещё RFID-маркировку можно использовать во внутреннем транспортном хозяйстве и логистике. На больших заводах с несколькими корпусами и площадью в несколько тысяч «квадратов» всегда есть спецтранспорт, который генерирует «контрольные события»: перемещения внутри цехов и по прилегающей территории, парковка в зонах погрузки-разгрузки. Если промаркировать транспорт и поставить в точках контроля антенны и ридеры, можно автоматизировать сбор информации о движении транспорта по территории и оптимизировать транспортные потоки.

Фокус – на людях

Глобальный мировой тренд – охрана жизни и здоровья персонала. Многие производственные компании задумались об использовании RFID-меток для создания системы, отслеживающей соблюдение работниками техники безопасности. И в цехах, и на открытом воздухе важно использовать средства индивидуальной защиты (СИЗ) в полной комплектации. Эта экипировка (специальная рабочая одежда для работы в различных погодных условиях; страховочное оборудование, устройства для подъёма, спуска и позиционирования на высоте и т.д.) довольно дорого стоит, а потому требует тщательного учёта.

В одежду вшиваются специальные текстильные RFID-метки, которые выдерживают стирку и глажку. Таким образом происходят быстрая инвентаризация спецодежды на складе, автоматизированная выдача персоналу и контроль самого персонала, выходящего на маршруты.

Индивидуальное сканирование СИЗа каждого сотрудника гарантирует, что на работнике надет персональный комплект спецодежды, а не чей-то чужой, взятый по ошибке. Эти операции позволяют не толь-



Рис. 1. Сканирование ЖБИ, маркированных RFID-меткой S-TAG B-top, с помощью терминала сбора данных

ко контролировать оборот спецодежды, но и ускорять выход персонала на смену.

Учтём всех!

Каждый прибор учёта электроэнергии, воды, газа, где бы он не был установлен, – на предприятии или в частных домовладениях – подлежит опломбированию. Многие из приборов находятся вне помещений на открытом воздухе и на высоте, из-за этого идентификация бывает затруднена. Пломбирующие устройства разного типа с RFID-идентификацией позволяют обслуживать приборы учёта в неблагоприятных климатических условиях и в тёмное время суток. Оператору

всё-таки приходится лично проверять целостность пломб. Однако сверить соответствие можно быстро, сопоставив данные в системе с показаниями считывателя. Таким способом, кстати, регулярно выявляются подделки, когда мошенники подменяют одну пломбу другой.

Такой же способ идентификации можно использовать и на наклейках индикаторов магнитного поля (ИМП). Совмещённые с RFID-меткой ИМП могут быть идентифицированы очень быстро, при этом данные автоматически будут переданы в диспетчерский пункт.

Это же относится и к коммутационным шкафам. Часто недобросовестные



Рис. 2. Специалисты тренируются считывать RFID-устройства с прибора учёта

потребители энергии меняют коммутацию силовых кабелей и потребляют чужое (неучтённое) электричество. Опечатавание с помощью RFID-наклеек помогает контролировать доступ к коммутационным шкафам. Технология RFID может и здесь стать надёжным способом предотвращения воровства.

В следующем номере автор поделится последними новинками на рынке RFID-меток.

Литература

1. Селиванов М. RFID – волшебные радиоволны. Современная электроника. 2020. № 3.
2. Селиванов М. RFID: всему своё место. Современная электроника. 2020. № 4.



НОВОСТИ МИРА

ПРОГРАММИРУЕМЫЕ RFID-МЕТКИ: ПРОЩЕ, БЫСТРЕЕ, ЭКОНОМИЧНЕЕ

Группа компаний «Силтэк» реализовала систему автоматизированного программирования корпусированных RFID-меток, а также RFID-чипов, интегрированных в пломбирующие устройства. При этом осуществляется не просто программирование, но и сопоставление нанесённого на пломбирующее устройство номера и штрихкода, информация записывается в EPC-поле памяти чипа RFID-метки.

«Раньше мы делали метки с RFID-чипами UHF-диапазона, закодированными на заводе-изготовителе, и отдавали их заказчикам для дальнейшего самостоятельного программирования необходимых значений. Теперь у нас есть возможность уже на стадии изготовления метки запрограммировать поле EPC необходимыми значениями в соответствии с визуальной маркировкой и требованиями заказчика.

Теперь мы можем отдать продукт, полностью готовый к использованию, – отметил Максим Селиванов, директор Департамента технологий сохранности группы компаний «Силтэк». – По требованию заказчика, чтобы RFID-система заработала максимально быстро, мы можем установить специализированное программное обеспечение на считывающие устройства – мобильные терминалы сбора данных. В том числе мы можем программировать NFC-этикетки, которые считываются большинством современных смартфонов с поддержкой этой функции».

Новая возможность – получить «полный пакет» (метку с программным продуктом) – значительно упрощает процесс внедрения системы радиочастотной идентификации. Всё больше предприятий интегрируют в свои информационные системы элементы цифровизации, в частности, растёт спрос на RFID-технологии.

«Мы наблюдаем усиление интереса к RFID-технологиям во всех отраслях промышленно-



сти, особенно в сельском хозяйстве, – продолжает Максим Селиванов. – Это и пилотные, и уже вовсю работающие масштабные проекты. Активное оснащение RFID-системами идёт на производстве, инфраструктурных объектах, в логистике, транспорте, ритейле, банковской сфере и энергетике. Прежде всего, модернизируются процессы учёта и контроля материальных объектов. Предоставление рынку готового ИТ-продукта означает – проще, быстрее, экономичнее».

Изготовление ГИС СВЧ на алюмонитридных подложках со сквозными отверстиями, заполненными поликристаллическим алмазом

Юрий Непочатов (nuk3d@mail.ru), Владимир Свиаренко (г. Новосибирск), Игорь Белашов (г. Троицк)

С увеличением мощности полупроводниковых приборов СВЧ, требующих эффективного рассеяния тепла, возникает необходимость использования материалов с высокой теплопроводностью. Такими материалами являются оксид бериллия, нитрид алюминия и алмаз. В настоящей статье представлены результаты разработки технологии изготовления гибридных интегральных схем СВЧ-диапазона (ГИС СВЧ) на подложке из алюмонитридной керамики с отверстиями, заполненными поликристаллическим алмазом. Полученная подложка может найти применение в СВЧ-микронитронике при создании мощных диодов, транзисторов из нитрида и арсенида галлия и устройств на их основе.

Введение

Твердотельная СВЧ-электроника начала интенсивно развиваться с появлением кремниевых, а затем арсенидгаллиевых и нитридгаллиевых СВЧ-транзисторов с приемлемыми параметрами по коэффициенту усиления, коэффициенту шума, КПД и выходной мощности в СВЧ-диапазоне. Большая номенклатура, многофункциональность, сложность реализации технических характеристик при небольшой потребности (в основном – в военной технике) изначально направили развитие твердотельной СВЧ-электроники по пути технологии гибридных интегральных схем (ГИС). Эта технология представляет собой изготовление отдельных активных и пассивных компонентов (транзисторов, конденсаторов, линий задержки, ключей) в виде отдельных элементов, объединённых в ГИС.

Внедрение гибридной технологии на первых этапах развития твердотельной СВЧ-электроники за счёт несложных технологических приёмов – разварки, пайки, склеивания – при резком увеличении функциональных возможностей СВЧ-аппаратуры обеспечило высокие технические характеристики и приемлемую надёжность, а также резко снизило вес, габариты и стоимость аппаратуры. Добиться этого получилось за счёт использования компонентов высокого качества и подстройки в процессе изготовления ГИС. С развитием технологии арсенида галлия появились монолитные СВЧ-интегральные

схемы (МИС СВЧ), в которых активные и пассивные СВЧ-компоненты изготавливаются на одном кристалле и в едином технологическом цикле. Эта технология открыла перспективы создания более сложных СВЧ-систем с повышенной надёжностью, меньшим весом и габаритами, в том числе наземных и бортовых систем радиолокации с активными фазированными решетками (АФАР) [1].

Основным элементом конструкции ГИС СВЧ является металлизированная керамическая подложка, на которой запроектированы рисунок схемы, пассивные элементы (индуктивности, конденсаторы и резисторы) и полупроводниковые кристаллы. При этом подложка выполняет две основные функции. Во-первых, осуществляется электрическая изоляция токоведущих шин топологического рисунка, расположенных на одной стороне, друг напротив друга, а также от токоведущих шин на другой стороне. Во-вторых, подложка передаёт тепло, выделяемое активными элементами, на теплоотводы и радиаторы. Керамическая подложка имеет относительно высокую механическую и электрическую прочность, малый коэффициент теплового расширения и способна образовывать соединения с металлами. Также подложка обеспечивает низкие диэлектрические потери при высокой температуре. Значительная часть керамических подложек в радио- и электронной технике под-

вергается металлизации. Металлизационное покрытие наносят на подложку для создания токопроводящего слоя на определённой её части, к которой присоединяют полупроводниковый кристалл и выводы, соединяющие изделие с корпусом полупроводникового прибора. Металлизация может также служить в качестве электродов конденсаторов, витков катушек индуктивностей и промежуточным слоем для соединения подложки с металлическим основанием или арматурой корпуса с помощью пайки. Металлизационный слой создаёт смачивающуюся припоем поверхность и позволяет получить прочное паяное соединение керамической подложки с металлическим основанием [2].

Передовые достижения в СВЧ-электронике несколько последних десятилетий в значительной степени связываются с успехами, достигнутыми в области разработки новых материалов и материаловедении сложных полупроводниковых соединений и наногетероструктур. Использование новых материалов при изготовлении ГИС и МИС СВЧ позволяет увеличить мощность схем, расширить частотный диапазон разрабатываемых устройств, улучшить их тактико-технические характеристики и, что крайне важно в условиях требований постоянной миниатюризации, уменьшить их массогабаритные параметры. Можно существенно уменьшить габариты, если использовать бескорпусные кристаллы диодов и транзисторов, но при этом возникает проблема отвода тепла, выделяющегося при работе этих приборов. Дополнительная сложность заключается в том, что кристаллы, как правило, должны быть электрически изолированы от корпуса. В этом случае проблема эффективного отвода тепла решается путём использования теплоотводящего основания из меди, алюминия, керамики на основе оксида бериллия, нитрида бора и карбида кремния. В тех случаях, когда требуется одновременно обеспечить отвод тепла от кристалла полупроводникового прибора и

электрическое соединение с металлическими пластинами-теплоотводами или с корпусом, используются металлизированные отверстия, заполненные металлом с высокой теплопроводностью [1]. В случаях, когда необходима электрическая изоляция от корпуса прибора или устройства, применяются неметаллические теплоотводы в виде подложек из алюминитридной керамики и алмаза [3].

В статье [4] описываются конструкции и методы изготовления ГИС СВЧ, использующих подложки с низкими значениями диэлектрической постоянной и тангенса угла диэлектрических потерь (кварц, поликор, сапфир и другие), на которых по тонкоплёночной технологии формируются элементы линий передачи и согласования, пассивные элементы и контактные площадки для установки кристаллов активных элементов. Недостатком таких ГИС СВЧ является неэффективный отвод тепла от кристаллов активных элементов из-за низкого коэффициента теплопроводности указанных выше диэлектрических материалов, что не позволяет значительно снизить тепловое сопротивление и ограничивает возможности создания мощных ГИС СВЧ.

В статье [5] изложен способ изготовления интегральной СВЧ-схемы сантиметрового и миллиметрового диапазонов длин волн, заключающийся в формировании активных и пассивных элементов, элементов линий передачи и согласования на полуизолирующей подложке из арсенида галлия (GaAs) с выращенными на ней методом эпитаксии слоями заданной рабочей структуры. При этом пассивные элементы, элементы линий передачи и согласования формируются в едином технологическом цикле с активными элементами. После этого пластину разделяют на отдельные чипы, каждый из которых представляет собой монолитную интегральную СВЧ-схему. Такая технология изготовления позволяет повысить воспроизводимость электрических характеристик и снизить трудоёмкость изготовления благодаря исключению операции монтажа кристаллов активных элементов. Однако использование полуизолирующей подложки из арсенида галлия не обеспечивает эффективного отвода тепла от активных элементов из-за низкого коэффи-

циента теплопроводности материала подложки из арсенида галлия, что не позволяет уменьшить тепловое сопротивление цепи «активный элемент – корпус интегральной схемы СВЧ» и создавать интегральные СВЧ-схемы повышенной мощности.

В патенте РФ [6] описан способ изготовления интегральной СВЧ-схемы, включающий в себя: формирование методами тонкоплёночной технологии на диэлектрической подложке микрополосковых линий передачи, согласующих элементов и выводов; разделение подложки на отдельные чипы, каждый из которых содержит пассивную часть интегральной схемы; монтаж навесных кристаллов активных элементов. Интегральную СВЧ-схему изготавливают на диэлектрической подложке из алмаза толщиной 100...200 мкм, на которую наносят металлизационное покрытие в виде сплошного слоя одинаковой толщины (3–7 глубин скин-слоя) на обратной и торцевых сторонах. На лицевую сторону диэлектрической подложки наносят покрытие в виде локального слоя, а заземление интегральной схемы осуществляют посредством упомянутого металлизационного покрытия. Конструкция ГИС СВЧ позволяет значительно улучшить электрические характеристики и, прежде всего, повысить выходную мощность (более 1 Вт).

Однако возможности такой технологии изготовления с точки зрения получения более мощных ГИС СВЧ (мощных усилителей СВЧ, переключателей и умножителей) с выходной мощностью более 5 Вт весьма ограничены из-за низкой скорости осаждения алмаза и экономической нецелесообразности получения алмазного слоя толщиной больше 200 мкм. Ограничение толщины применяемых в теплоотводах алмазных пластин связано с тем, что их изготовление толщиной более 200 мкм сопряжено с определёнными трудностями. Пластины из монокристаллического алмаза ограничены по размерам и дорожи, а увеличение толщины пластин при сохранении скорости роста приводит к ухудшению теплопроводности. Снижение скорости роста приводит к резкому увеличению цены CVD-алмазной пластины.

Альтернативой дорогостоящим толстым пластинам полиалмаза в ряде случаев могут стать более тон-

кие (десятки микрометров) алмазные слои, нанесённые на стандартные диэлектрические подложки, например на AlN-керамику [7]. Это приводит к значительному (в 3–5 раз!) увеличению теплопроводности наиболее ответственного наружного слоя теплоотвода.

В связи с этим вопрос выбора материала для подложек стал особенно острым при создании современных мощных ГИС СВЧ с большой плотностью монтажа элементов. Подложки для таких приборов должны обладать высокой теплопроводностью, изоляционной способностью, механической прочностью, коэффициентом термического расширения (КТР), близким к КТР наиболее распространённых полупроводников: кремния, арсенида и нитрида галлия. Также подложки должны иметь низкие значения диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь, обеспечивать хорошую обрабатываемость (резку и полировку) и иметь невысокую стоимость. Из всех этих требований главным является значение теплопроводности, в наибольшей степени определяющей надёжность ГИС и МИС СВЧ, поскольку с увеличением температуры активных элементов резко возрастает скорость выхода их из строя (например, повышение температуры ГИС с +100 до +125°C увеличивает скорость возникновения в них дефектов в 5–6 раз). Значения теплопроводности некоторых неметаллических материалов подложек современных ГИС приведены в таблице 1.

Сопоставление перечисленных выше требований к подложкам с данными из таблицы 1 указывает на перспективность использования нитрида алюминия для подложек массовых ГИС СВЧ. Теплопроводность подложек из AlN определяется, как и для всех неметаллических материалов, фононным механизмом передачи тепла. Сравнение свойств подложек из AlN с подложками из Al₂O₃ и BeO приведено в таблице 2.

Теплопроводность керамики из AlN уменьшается с увеличением температуры (слабее, чем керамики из BeO), так что при +150°C она становится почти одинаковой с теплопроводностью BeO (см. рис. 1). Коэффициент термического расширения при комнатной температуре у AlN ($4,3 \times 10^{-6} \text{ } 1^\circ\text{C}$) близок к КТР кремния ($3,4 \times 10^{-6} \text{ } 1^\circ\text{C}$), арсенида галлия ($5,7 \times 10^{-6} \text{ } 1^\circ\text{C}$) и нитрида галлия ($4,0 \times 10^{-6} \text{ } 1^\circ\text{C}$), что позволяет получать

Таблица 1. Значения теплопроводности материалов, используемых в ГИС и МИС СВЧ

Материал	Теплопроводность, Вт/м·К	Примечание
Алмаз	2000–2200	Диэлектрик, высокая стоимость, трудно полируется
BN	1300	Диэлектрик, высокая стоимость, трудно полируется
SiC	380–490	Полупроводник, высокая стоимость
SiC+алмаз (скелетон)	380–600	Диэлектрик, трудно полируется
Si	140–150	Полупроводник
GaAs	46–50	Полупроводник
GaN	130	Полупроводник
BeO	240–280	Диэлектрик, высокая токсичность
AlN	160–240	Диэлектрик
Al ₂ O ₃	20–40	Диэлектрик
Cu	380–400	Проводник
Al	180–220	Проводник

Таблица 2. Свойства подложек из AlN, Al₂O₃ и BeO

Свойства	Материал			
	AlN	92% Al ₂ O ₃	99% Al ₂ O ₃	BeO
Теплопроводность, Вт/м·К	180	17	25	260
Коэффициент термического расширения в диапазоне +20...+400°C, 10 ⁻⁶ 1/°C	4,3	6,5	6,8	7,5
Удельное электросопротивление, Ом·см	15×10 ¹³	Более 10 ¹³		
Диэлектрическая проницаемость при 1 МГц	8,9	8,5	9,7	6,7
	8,0	8,9 (для 96% Al ₂ O ₃)		6,6
Диэлектрические потери, (×10 ⁴) при 1 МГц	5	3	2	1
	20	6 (для 96% Al ₂ O ₃)		3
Прочность на изгиб, кгс/см ²	5000	3200	3100	2500
Твёрдость по Виккерсу, кгс/см ²	1200	2300–2700		1200

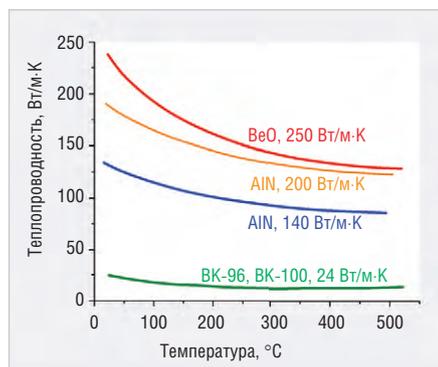


Рис. 1. Сравнительные характеристики теплопроводности керамических материалов

соединения деталей из этих материалов с низкими внутренними напряжениями.

При нанесении на подложки из AlN слоёв Ti-Pd-Au, NiCr-Pd-Au и Ti₂N-NiCr-Pd-Au методами магнетронного напыления или ионного распыления обеспечивается их высокая адгезия к подложке [8].

Постановка задачи

С учётом резкого увеличения мощности современных полупроводниковых приборов в мощных ГИС СВЧ отвод тепла от активной области прибора становится одной из важнейших проблем. В связи с этим в последнее время всё более пристальное внимание разработчиков ГИС и МИС СВЧ обращается на поликристаллический алмаз, выращиваемый в плазмохимическом реакторе на основе СВЧ-разряда на подложке из кремния методом CVD (CVD – Chemical Vapor Deposition – химическое осаждение из газовой фазы). Интерес к этому материалу вызван его уникальными физико-химическими свойствами

Таблица 3. Расчётная зависимость температуры p-n-перехода T_{p-n} транзисторов от температуры их фланцев T_ф и влияние её на среднее время безотказной работы транзисторов t

T _ф , °C	Теплоотвод из BeO		Теплоотвод из алмаза	
	T _{p-n} , °C	t, годы	T _{p-n} , °C	t, годы
50	106	28,1	87	100,0
60	120	9,7	102	35,0
70	138	3,5	116	13,6

и возможностью получения теплоотводящих подложек большой площади. Будучи изолятором, CVD-алмаз обладает существенно более высокой теплопроводностью, чем другие материалы с изолирующими свойствами (см. табл. 1). Использование алмазных подложек в качестве изолирующего теплоотвода позволяет поднять мощностные характеристики приборов за счёт уменьшения теплового сопротивления и увеличения предельного тока и рассеиваемой мощности в 1,5–2 раза.

Целесообразность использования алмаза в качестве теплоотвода для полупроводниковых приборов обсуждалась в зарубежной технической литературе в начале 70-х годов. Однако с появлением в промышленности высокотеплопроводной бериллиевой керамики этот вопрос был забыт. В последние годы к нему снова вернулись в связи с миниатюризацией и повышением мощности полупроводниковых приборов. Алмаз – дорогой материал, но на высокую стоимость аппаратуры для военных и космических целей его применение

не оказывает существенного влияния. Обладая превосходной изоляционной способностью, он имеет теплопроводность в 8 раз выше, чем у бериллиевой керамики, и в 4 раза выше, чем у чистой меди. В роли теплоотвода алмаз позволяет существенно снизить температуру основания (фланца) полупроводникового прибора, что приводит к уменьшению температуры p-n-перехода, благоприятно влияя на надёжность и долговечность прибора. Чтобы обеспечить требуемую для космических применений высокую надёжность аппаратуры, в которой для мощных транзисторов используются теплоотводы из BeO, приходилось «смягчать» режим работы транзисторов приблизительно на 20%, ухудшая при этом эксплуатационные свойства аппаратуры. Обозначенные проблемы решали путём усложнения схемы и применения тепловых труб. Качественный выигрыш от применения алмазных теплоотводов для одного из типов мощных транзисторов представлен в таблице 3 [9].

В последнее время внимание разработчиков всё больше привлекают транзисторы на основе нитрида галлия (GaN), способные работать при высоких температурах и на более высоких частотах, чем кремниевые и арсенидгаллиевые приборы. Мощность GaN-транзисторов компании Nitronex (США) достигает 50 Вт на частоте 2,5 ГГц, транзисторов фирмы Eudina (Япония) – 180 Вт на частотах 2,11–2,17 ГГц [10]. Появились сообщения о формировании GaN-структур на тонких подложках из полиалмаза [6]. Реализация уникальных свойств таких структур (большие уровни



Рис. 2. Алюмонитридные тестовые подложки с отверстиями: а) исходная подложка после лазерной прошивки отверстий диаметром от 0,1 до 1,2 мм; б) подложка с отверстиями диаметром от 0,1 до 1,2 мм после наращивания слоя поликристаллического алмаза; в) алюмонитридная подложка с отверстиями диаметром 0,3 мм

мощности, способность работать при высоких температурах и на сверхвысоких частотах), вероятнее всего, возможна только с теплоотводом из полиалмаза.

Как видно из данных, приведённых в таблице 3, использование алмазных теплоотводов по сравнению с теплоотводом из бериллиевой керамики позволяет снизить на 18...22°C температуру на р-п-переходе мощных транзисторов при всех значениях температуры на фланце и в 3–4 раза увеличить среднее время безотказной работы транзисторов.

Применение алмаза затруднительно по причине того, что алмазные подложки большой толщины в связи с низкой скоростью осаждения имеют длительный процесс формирования, а из-за своей высокой твёрдости трудно поддаются механической обработке и поэтому являются дорогостоящими в изготовлении.

Возможности использования в качестве теплоотвода в ГИС СВЧ бериллиевой керамики ограничены её высокой стоимостью, чрезвычайной токсичностью, вследствие чего требуются дополнительные меры по обеспечению безопасности условий труда, и значительным снижением теплопроводности в диапазоне рабочих температур +100...+200°C.

КТР алюмонитридной керамики хорошо согласуется с кремнием, арсенидом галлия и нитридом галлия. Это особенно важно для приборов и устройств, выполненных на кристаллах больших размеров. Кроме того, в отличие от ВеО-керамики теплопроводность AlN-керамики не уменьшается

при нагреве кристаллов полупроводниковых приборов. Всё вышесказанное позволяет сделать вывод о целесообразности применения алюмонитридной керамики в качестве теплоотвода.

Учитывая преимущества AlN-керамики и полиалмаза, представляет интерес совместное использование уникальных свойств обоих материалов в конструкции теплоотводящей подложки для мощной ГИС СВЧ. Авторами было проведено исследование возможности создания конструкции мощной ГИС СВЧ с использованием алюмонитридной подложки со сквозными отверстиями различных размеров, на поверхность которой нанесён слой поликристаллического алмаза.

Объекты исследования, материалы и оборудование

Эксперименты по разработке и изготовлению ГИС СВЧ на подложке из алюмонитридной керамики (AlN) с отверстиями, заполненными поликристаллическим алмазом, осаждённым методом CVD, проводились на шлифованных пластинах AlN размером 30×24×0,25 мм с плотностью 3,32 г/см³ и теплопроводностью 180 Вт/м·К. Для прошивки сквозных отверстий использовалась лазерная установка МЛ1-1, осаждение алмазной плёнки проводилось на установке Seki Technotron AX5250M, напыление металлизационной структуры – на установке магнетронного напыления «Оратория-9». Формирование топологического рисунка осуществлялось на оборудовании, входящем в состав специальной линии фотолитографии.

Экспериментальные исследования

Подложку из нитрида алюминия (AlN) шлифовали, обеспечивая шероховатость поверхности с размером микронеровностей 0,63 мкм. Отшлифованную подложку очищали от загрязнений в перекисно-аммиачном растворе, закрепляли на координатном столике технологической установки МЛ1-1 и выполняли лазерную перфорацию (см. рис. 2а).

Лазерное излучение фокусировали в пятно диаметром 10 мкм и проводили сканирование по поверхности подложки для прошивки отверстий в точках в соответствии с топологическим рисунком. Затем подложки трижды проходили очистку в деионизированной воде в ультразвуковой (УЗ) ванне при температуре +50°C. Прошивку проводили при частоте импульсов 0,3...2 Гц и общем числе импульсов от 5 до 20 в зависимости от размера отверстия. При энергии импульса, варьирующейся в пределах 2...3,8 Дж, образуются конусообразные отверстия диаметром от 100 мкм до 1,0 мм.

В результате воздействия светового импульса лазера материал керамической подложки, находившийся в фокусе луча, мгновенно расплавлялся и испарялся, при этом часть материала самой подложки выплёскивалась вокруг пятна луча. Стенки канала отверстий, сформированных при лазерной прошивке, имели оплавленную поверхность, а на поверхности подложки, обращённой к лазеру, имелись выплески материала. В керамической подложке были выполнены отверстия (см. рис. 2б) конусообразной формы и диаметром на входе лазерного луча в подложку от 100 мкм

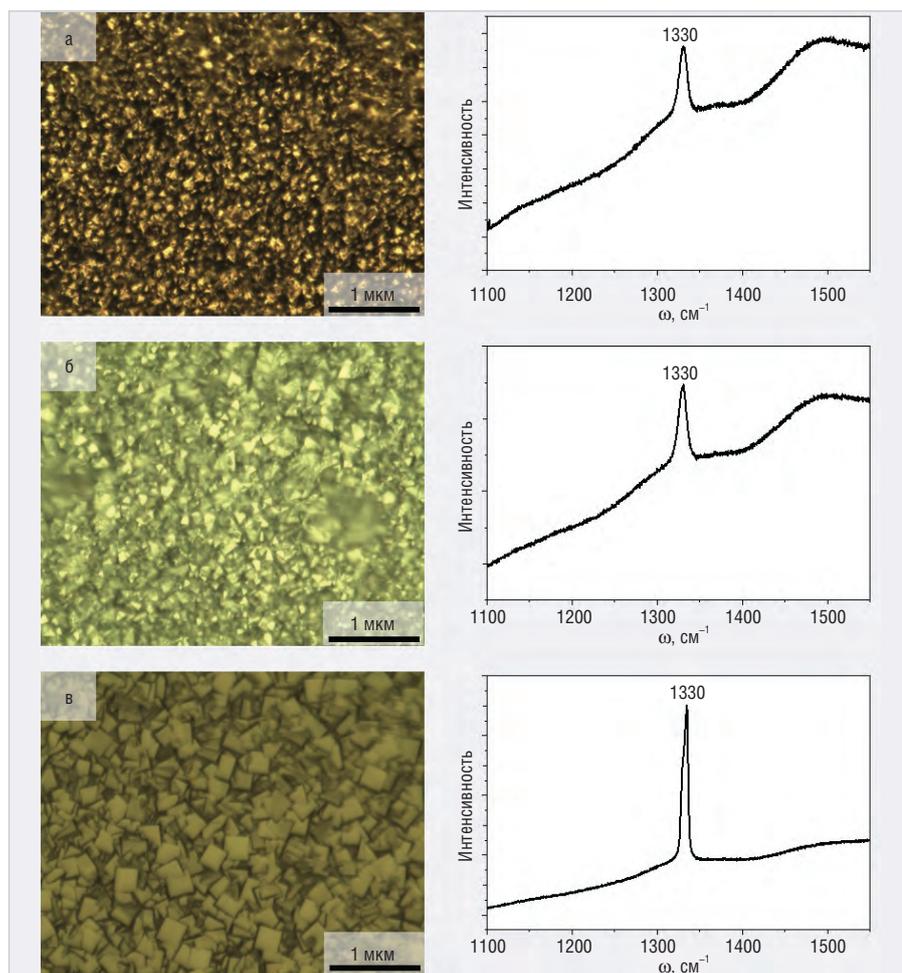


Рис. 3. Поверхности алмазных плёнок на подложках из AlN и соответствующие им спектры комбинационного рассеяния света для образцов № 1 (а); № 2 (б); № 3 (в)

до 1 мм с шагом 100 мкм, они были выстроены друг за другом в ряды по всей площади подложки. Затем на подложках с прошитыми лазером сквозными отверстиями методом CVD выращивался слой поликристаллического алмаза в плазмохимическом реакторе на основе СВЧ-разряда.

Сначала проводилось выращивание алмазных плёнок на поверхности шлифованных подложек из нитрида алюминия с прошитыми рядами отверстий диаметром от 100 мкм до 1 мм с шагом 100 мкм, затем на основании этих экспериментов определялись размеры отверстий, зарощиваемых алмазом, после чего изготавливались подложки со сквозными отверстиями выбранного размера (см. рис. 2в).

Структура шлифованных подложек с прошитыми рядами отверстий выбранного на основании предварительных экспериментов диаметра 0,3 мм представляет собой зернистую структуру со средним размером зерна около 200 нм. Рельеф ростовой поверхности и качество подготовки поверхности алюмонитридной керамической подложки

оказывают значительное влияние на структуру синтезируемого алмазного слоя. Поэтому перед проведением синтеза подложки проходили очистку в ацетоне и изопропиловом спирте.

Осаждение алмазной плёнки проводилось методом плазменно-стимулированного осаждения из газовой фазы (PECVD) в микроволновом плазменном реакторе пониженного давления без автономного подогрева подложки, при генерации плазмы микроволновым излучением частотой 2,45 ГГц и мощностью до 5 кВт. Основным плазмообразующим газом служил водород, поступающий из электрохимического водородного генератора «Спектр-60» с объёмной скоростью 500 мл/мин. В качестве источника углерода использовался пентан.

По причине большого различия поверхностных энергий алмаза и нитрида алюминия плотность центров зародышеобразования алмаза мала, поэтому для роста сплошной плёнки использовали принудительную нуклеацию. Наилучшие результаты были достигнуты для нуклеа-

ционных смесей на основе водного раствора сахарозы и детонационных наноалмазов УДА-Ф9 (средний размер конгломератов около 20 нм), наносимых методом высушивания мениска. Эксперименты проводились при давлении в камере 120 мбар. Мощность СВЧ-генератора – 2000 Вт. Концентрация углеводорода и время синтеза варьировались. После проведения синтеза образцы были характеризованы методами оптической микроскопии и спектроскопии комбинационного рассеяния света.

По оптическим микрофотографиям (см. рис. 3) видно, что образцы после проведения синтеза приобрели более тёмный окрас. Образцы № 1, № 2 и № 3 были получены на шлифованных подложках из нитрида алюминия (см. рис. 2а). Алмазная плёнка на образце № 1 была получена при проведении синтеза в течение 4,5 ч и подаче источника углерода (пентан) с объёмной скоростью 10 мл/мин. При взвешивании образцов до и после синтеза было установлено, что толщина алмазной плёнки составила 50 мкм (скорость роста 11 мкм/ч). Структура поверхности состоит из мелких кристаллитов и наноалмазной фазы, что подтверждается оптическими микрофотографиями и КРС спектра. Спектроскопия комбинационного рассеяния света демонстрирует характерный для алмазной фазы отклик на 1330 см⁻¹. На рисунке 3 показан спектр по Раману алмазного покрытия, в котором пик, присущий алмазу, может быть также опознан при волновом числе 1330 см⁻¹. Никакого пика другого углеродного материала, например графита, не обнаружено.

С целью повышения качества алмазной плёнки (уменьшения наноалмазной фазы и увеличения доли алмазных кристаллитов) была снижена скорость роста плёнки за счёт уменьшения потока пентана до 5 мл/ч. Также было сокращено время синтеза до 3 ч. В результате толщина алмазной плёнки образца № 2 составляет около 27 мкм (средняя скорость роста 9 мкм/ч). Данный образец демонстрирует лучшую адгезию алмазной плёнки (по сравнению с образцом № 1) к поверхности подложки из нитрида алюминия. Структура схожа с образцом № 1, что, скорее всего, связано с пониженной концентрацией источника углерода во время синтеза.

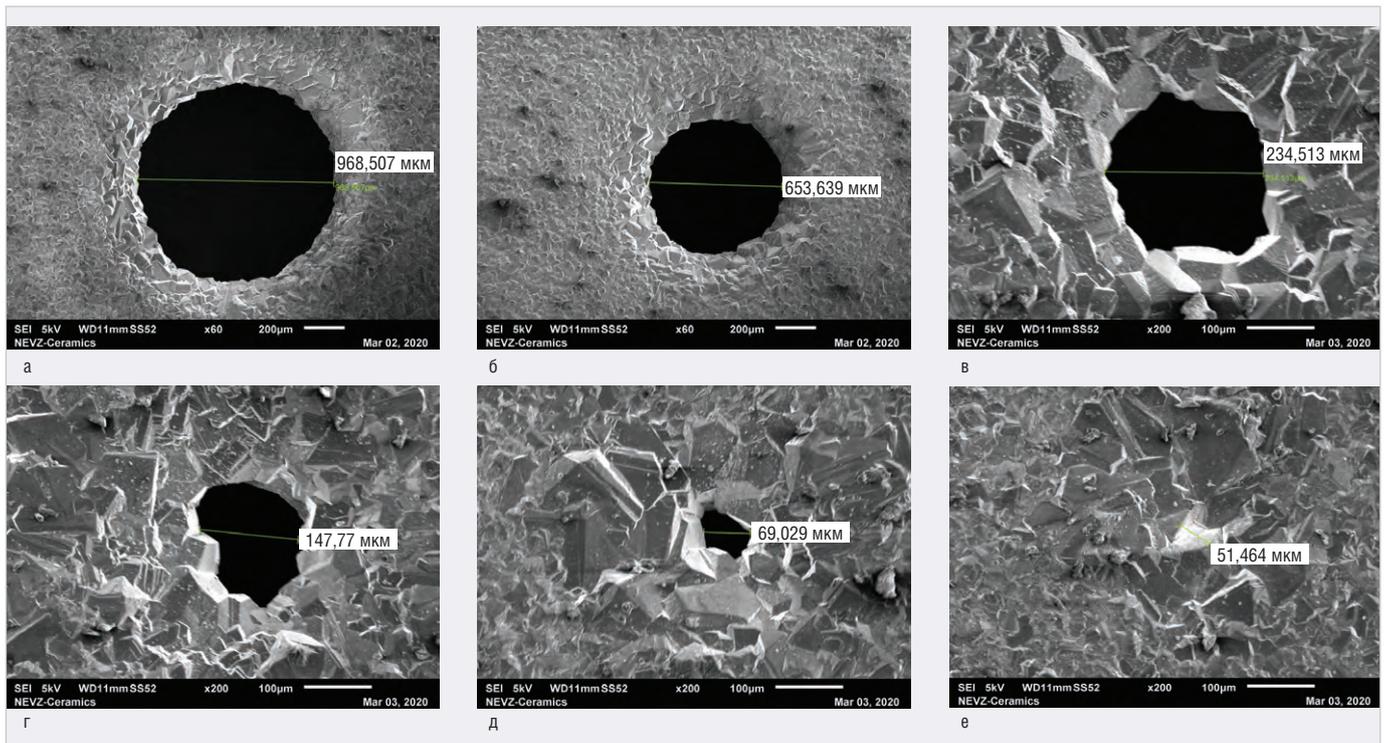


Рис. 4. Фрагменты зарастания поликристаллическим алмазом отверстий различных диаметров: а) 1 мм; б) 0,7 мм; в) 0,3 мм; г) 0,2 мм; д) 0,1 мм; е) 0,1 мм

При синтезе образца № 3 была установлена скорость подачи пентана на уровне 7 мл/мин, время синтеза составило 3 ч. Скорость роста алмазной плёнки составила 10 мкм/ч (общая толщина плёнки 30 мкм). На образце № 3 присутствует хорошо кристаллизованная алмазная плёнка со средним размером кристаллов около 500 нм. Спектроскопия КРС подтверждает высокое качество алмазной плёнки в этой области.

Таким образом, для синтеза оптимальная скорость роста составила 10 мкм/ч при подаче пентана со скоростью 7 мл/ч. В дальнейшем синтез алмазных плёнок на подложках из нитрида алюминия со сквозными отверстиями проводился в режиме синтеза с параметрами, полученными на опытных образцах № 3.

Дифракция рентгеновских лучей алмазного покрытия показала, что оно представлено алмазными кристаллическими фазами (111), (220), (311), (331) и (400). Что касается твёрдости по шкале Виккерса, то оценка метки от давления алмазной пирамидкой слоя алмаза была затруднена по причине высокой твёрдости слоя поликристаллического алмаза. Впрочем, было установлено, что твёрдость по Виккерсу составляет 8000 кг/см² и выше. Из приведённых данных можно сделать вывод, что синтезированный алмаз является поликристаллическим покрытием хорошего качества.

Процесс нанесения поликристаллического алмаза иллюстрируется микрофотографиями. Как показано на рисунке 4, на поверхностях подложки из нитрида алюминия и сквозных отверстий нанесено алмазное покрытие, которое состоит из алмазных кристаллов, сгруппированных вместе и расположенных как на поверхности подложки, так и на стенках отверстий различных диаметров.

При этом на стенках отверстий толщина осаждаемого слоя алмаза примерно равна толщине слоя, наносимого на плоские поверхности лицевой и обратной сторон алюмонитридной подложки. При толщине алмазного слоя 200 мкм полностью зарастают отверстия диаметрами 0,1; 0,2 и 0,3 мм. Начиная с отверстия диаметром 0,4 мм, зарастания не происходит, и в отверстиях диаметром от 0,4 мм до 1,2 мм остаются просветы.

На рисунке 5 показан вид в разрезе алюмонитридной подложки со сквозными отверстиями с нанесённым алмазным покрытием, которое также состоит из алмазных кристаллов, сгруппированных вместе и расположенных на стенках отверстий диаметрами 1,0 и 0,6 мм. Видно, что алмазное покрытие имеет форму кольца, примыкающего к внутренней стенке отверстия, и обладает незначительной неровностью поверхности.

Синтез проводился в течение 20 ч, в этих условиях итоговая толщина алмазного покрытия в центральной части подложки составила 200 мкм и 180 мкм – на её периферийных участках. Фрагмент промежуточной фазы осаждения поликристаллического алмаза в конусообразном отверстии диаметром 0,3 мм представлен на рисунке 6.

Зарастание конусообразного отверстия начинается с узкой его части (см. рис. 6а). Сначала алмазный слой в течение 10 ч закрывает отверстие тонкой перегородкой, а затем в оставшееся время до окончания процесса, в течение 10 ч, полностью его заполняет (см. рис. 7).

Полученные образцы алюмонитридных подложек с отверстиями 0,3 мм, с нанесёнными на обе стороны алмазными слоями, характеризуются шероховатой поверхностью. Чтобы обеспечить последующее напыление металлизационной структуры, для уменьшения шероховатости алмазных плёнок подложку с алмазным слоем с помощью воско-канифольной мастики наклеивали на стальной диск-спутник. Затем осуществлялось механическое шлифование поверхности алмазных слоёв на вращающемся чугунном круге, шаржированном алмазным порошком, с частотой вращения диска 200 об/мин и нагрузкой 10 Н. Далее полировали, нанося на поверхность чугунного круга поли-

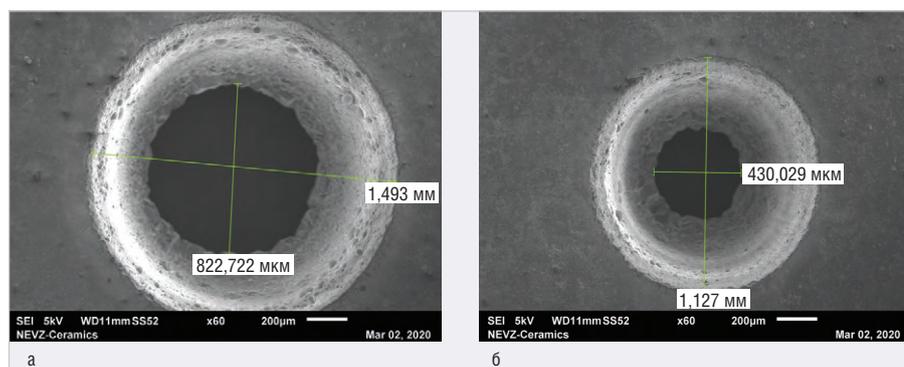


Рис. 5. Поверхность AlN-подложки с отверстиями разных размеров, покрытыми поликристаллическим алмазом со стороны входа лазерного луча: а) отверстие диаметром 1 мм; б) отверстие диаметром 0,6 мм

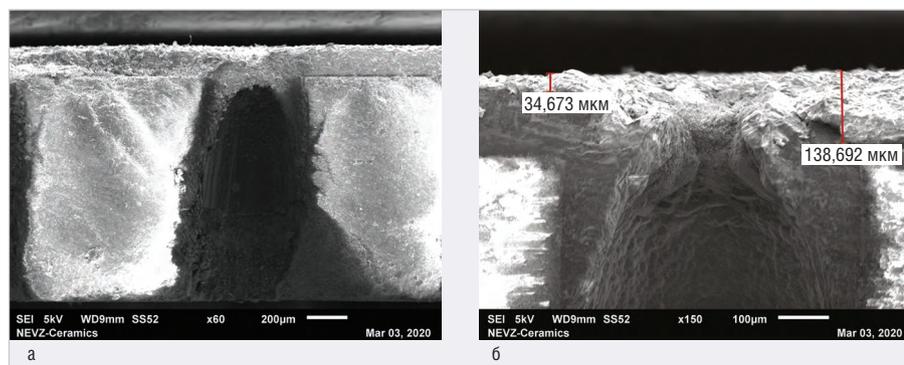


Рис. 6. Поверхность AlN-подложки с отверстиями разных размеров, покрытыми поликристаллическим алмазом со стороны выхода лазерного луча: а) отверстие диаметром 0,3 мм, увеличение $\times 60$; б) отверстие диаметром 0,3, увеличение $\times 150$

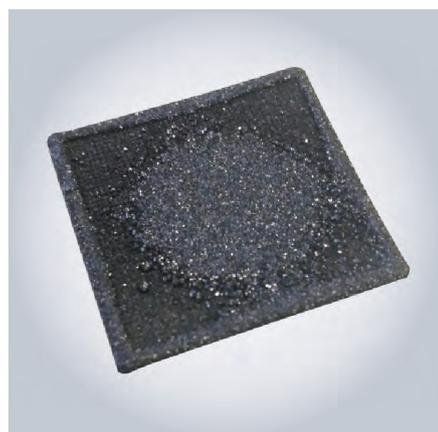


Рис. 7. Алумонитридные подложки с отверстиями 0,3 мм, заполненными алмазом

ровальную эмульсию, состоящую из полиорганосилоксановой жидкости и мелкозернистого порошка искусственного алмаза. За счёт трения, возникающего при взаимодействии алмазной поверхности и полирующего чугунного круга при его вращении с частотой 100 об/мин, удалось уменьшить шероховатость поверхности алмазного слоя. Съём поверхности алмаза за 2 ч составил 10 мкм. Шероховатость поверхности не превышала 0,02 мкм.

Для проверки возможности изготовления ГИС СВЧ и обеспечения требуемых электрофизических параметров устройства на алумонитридной подложке с отверстиями, заполненными алмазом, была разработана плата-усилитель мощности СВЧ в диапазоне частот 9...10,5 ГГц с использованием мощных нитридгаллиевых транзисторов. Учитывая, что диэлектрическая проницаемость нитрида алюминия составляет 8, а у алмаза при комнатной температуре в диапазоне частот 0...3 кГц – 5,6 [7], были проведены измерения диэлектрической проницаемости слоистой структуры, после чего рассчитали размеры микрополосковых линий и изготовили фотошаблоны. Последовательность операций и вся разработанная технологическая схема изготовления платы усилителя мощности СВЧ показана на рисунке 8.

В соответствии с технологической схемой изготовления на подготовленные поверхности подложек с алмазными слоями с обеих сторон наносили металлизационную структуру сначала путём последовательного напыления в вакууме резистивного слоя, а затем двухслойного покрытия, состо-

ящего из адгезионного подслоя титана и электропроводного слоя палладия, которое в дальнейшем покрывалось защитным слоем гальванического золота. Подложки предварительно проходили ионную очистку при средней энергии ионов аргона 1 кэВ в течение 3–5 мин. Напыление проводилось с использованием установки магнетронного напыления «Оратория-9». На полированные поверхности поликристаллического алмаза сначала напыляли через маску резистивные элементы из сплава РС-3710 адгезионный подслоя титана толщиной 0,002...0,003 мкм, затем проводящий слой палладия толщиной 2...3 мкм и никеля толщиной 0,2...0,3 мкм, после чего гальваническим методом наносили слой золота толщиной 1...3 мкм. Топологический рисунок проводящих плёночных элементов, контактных площадок, технологических проводников и экранной заземляющей металлизации ГИС СВЧ формировали методом фотолитографии. Такая металлизационная структура позволила обеспечить контакт структуры к алмазу с высокой адгезией: среднее значение усилия отрыва структуры от слоя алмаза составило 734 кгс/см².

На подготовленные подложки с алмазными слоями и металлизационной структурой на лицевой стороне подложки с топологическим рисунком схемы на контактные площадки, расположенные над отверстиями и заполненные алмазом, монтировали навесные конденсаторы и кристаллы мощных СВЧ-транзисторов из GaN. Помимо электрического контакта с элементами схемы обеспечивался ещё и тепловой контакт с алмазным столбиком, размещённым в отверстии подложки, для высокоэффективного отвода тепла. Такая многослойная структура из алмазных слоёв, нанесённых с обеих сторон алумонитридной подложки и находящихся друг с другом в двойном тепловом контакте (через керамику из нитрида алюминия и столбики алмаза в отверстиях), позволяет эффективно отводить тепло от кристаллов мощных СВЧ-транзисторов из GaN. Отвод тепла осуществляется независимо от линейных размеров, так как в данном конструктивном варианте подложки при увеличении размеров кристаллов мощных СВЧ-транзисторов из GaN (источников тепла) не нужно пропорционально увеличивать толщину алмазного

слоя. Для увеличения времени работы кристаллов мощных транзисторов подложку размещают на металлическом основании, прикреплённом к массивному корпусу усилителя мощности, что позволяет реализовать как импульсный, так и непрерывный режим работы.

Измеренные электрофизические параметры изготовленных устройств показали, что разработанная технология совместима с типовыми процессами изготовления ГИС СВЧ и позволяет получать высокодобротные усилители мощности СВЧ в диапазоне частот 9...10,5 ГГц.

Заключение

Проведённые исследования позволили определить оптимальные условия формирования алмазной плёнки методом плазменного CVD с микроволновым возбуждением на поверхности керамической подложки из AlN со сквозными отверстиями. Такая комбинация технологий нитрида алюминия и поликристаллического алмаза позволяет обеспечить отвод тепла от кристаллов мощных транзисторов СВЧ из GaAs и GaN. Тонкие алмазные слои, нанесённые на нитрид алюминия и алмаз, заполнивший сквозные отверстия, позволяют повысить теплопроводность подложек минимум в 7 раз. Это достигается за счёт того, что тепло от источника при контакте с поверхностью алмазного слоя и столбиком алмаза в отверстии под ним отводится перпендикулярно и параллельно поверхности алмазного покрытия, таким образом, рассеивается на большую площадь, что повышает эффективность отвода тепла.

Использование в качестве схемного элемента и теплоотвода ГИС подложки из нитрида алюминия с тонким алмазным слоем на обеих её поверхностях и со сквозными отверстиями, заполненными алмазом, позволяет улучшить характеристики СВЧ-устройств. Помимо этого обеспечивается снижение стоимости по сравнению с монокристаллической алмазной подложкой такой же толщины, как и AlN-подложка. Наличие на алюмонитридной подложке одновременно отверстий диаметром 0,1...0,3 мм, полностью заполненных алмазом, и отверстий диаметром более 0,3 мм, у которых алмазом покрыты только стенки, значительно расширяет возможности проектирования СВЧ-устройств. Такое сочетание позволяет

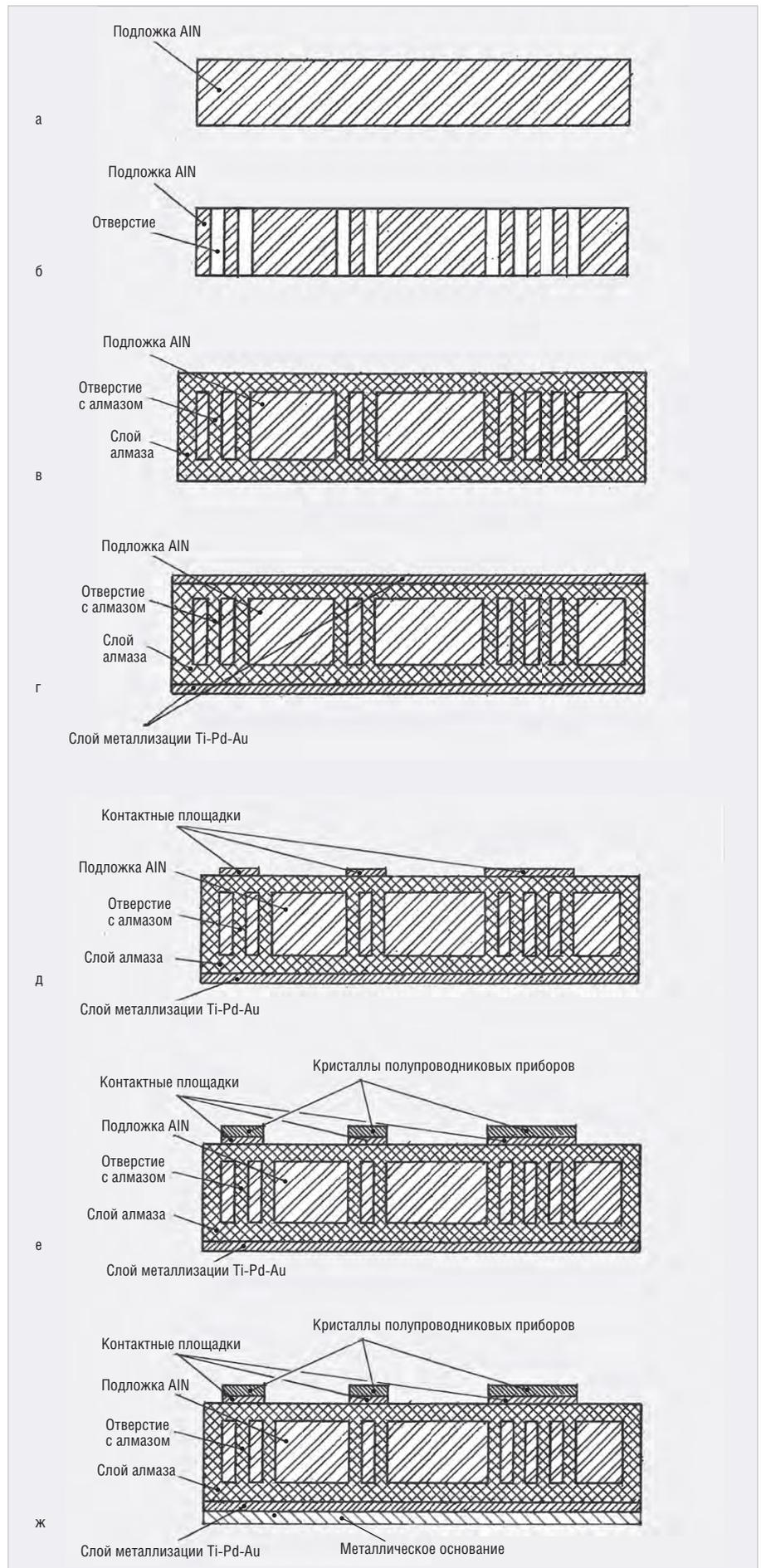


Рис. 8. Технологическая схема изготовления усилителя мощности СВЧ на основе алюмонитридной подложки с отверстиями, заполненными алмазом

на одной плате размещать кристаллы полупроводниковых приборов, требующие изоляции от заземлённой экранной стороны подложки, и кристаллы активных элементов, которым необходимо соединение с заземлённой стороной. Также сочетание позволяет покрывать стенки отверстий с алмазным слоем диаметром более 0,3 мм слоями металлических плёнок или полностью заполнять металлом, например сплавом вольфрама и меди. Таким образом можно получить короткозамыкающие переключки для соединения элементов топологии схемы с одной стороны подложки с элементами топологии, расположенными на обратной стороне, и улучшить электрические характеристики за счёт уменьшения паразитной индуктивности соединений.

Авторами статьи разработаны конструкция и технология ГИС СВЧ с использованием подложки из нитрида алюминия со сквозными отверстиями, заполненными алмазом, с проводящей металлизационной структурой, позволяющей формировать топологический рисунок, включающий пассивные эле-

менты и микрополосковые линии, а также создавать СВЧ-устройства повышенной мощности, обладающие улучшенными электрофизическими характеристиками.

Применение алмазного слоя на подложке из нитрида алюминия со сквозными отверстиями, заполненными алмазом, позволяет увеличить предельную выходную мощность, обеспечить эффективный отвод тепла от кристаллов полупроводниковых приборов и повысить срок службы усилителей мощности приёмопередающих устройств СВЧ.

Литература

1. *Мякишев Ю., Гуляев В., Журавлёв К.* Квазимонолитные интегральные схемы: технология и приборы. Электроника: Наука, Технология, Бизнес. 2006. № 6.
2. *Нечпатов Ю.* Металлизация керамических подложек с использованием лазера и теплового переноса металлизационного слоя. Современная электроника. 2019. № 4.
3. *Нечпатов Ю., Городецкий Д., Абрамян А., Самусов И., Окопуб А.* Теплоотводы на основе нитрида алюминия

с алмазным покрытием. Современная электроника. 2017. № 6.

4. *Темнов А. М. и др.* Гибридно-монолитные интегральные приборы СВЧ: конструирование и технология изготовления. Обзоры по электронной технике. 1987. Вып. 20 (1319).
5. *Juan L. T., Asber P. G.* A.W. – band monolithic balanced mixer. JEEE 1985 microwave and millimeter-wave monolithic circuits Symp. Digest of papers. Ed. M. Cohn. New York. 1985. P. 71.
6. Патент РФ № 2474921 МПК H01L 27/00, H05K 1/00. Приоритет 30.08.2011. Опубл. 10.02.2013.
7. *Ральченко В. Г., Савельев А. В. и др.* Двухслойные теплоотводящие диэлектрические подложки алмаз-нитрид алюминия. Микроэлектроника. 2006. Т. 35. № 4. С. 243.
8. IEEE Transaction on Components, Hybrids and Manufacturing Technology. 1985. Vol. CHMT-8. No 2. P. 247.
9. Microwave and RF. 1984. Vol. 23. No 7. P. 74.
10. *Васильев А., Данилин В., Жукова Т.* Новое поколение полупроводниковых материалов и приборов. Через GaN к алмазу. Электроника: Наука, Технология, Бизнес. 2007. № 4. С. 68.



Реклама

PROSOFT®
WWW.PROSOFT.RU

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

НОВОСТИ МИРА

ABB Ability™ AUGMENTED FIELD PROCEDURES – БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТНИКОВ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЭК

Компания ABB разработала инновационную технологию на основе дополненной реальности, направленную на оцифровку действий технического специалиста на объекте и улучшение обмена информацией между ним и центральным диспетчерским пунктом.

Решение полностью отвечает потребностям технических специалистов, находящихся на объекте, проводит интеграцию полевых и распределённых систем управления, что повышает безопасность, снижает риски, связанные с человеческим фактором, и повышает эффективность работы.

По данным исследования Vanson Bourne, считается, что более 20% промышленных простоев обусловлены человеческим фактором. Решение ABB Ability™ с технологиями дополненной реальности обеспечивает согласованность действий при проведении операций, выполняемых вручную, при стандартизации методик работы, обслуживании и ремонте на объекте. Оно также применя-

ется для цифровой регистрации и использования системных данных.

В отличие от традиционных печатных инструкций по эксплуатации решение ABB позволяет вести работы в интерактивном режиме с помощью мобильного устройства, чтобы последовательно, эффективно и безопасно направлять каждое действие оператора.



Используя промышленные планшеты, смартфоны или интерактивный комплект Microsoft HoloLens, операторы смогут получать доступ к данным производственного оборудования, процессам или процедурам в режиме реального времени, что значительно улучшит взаимодействие и позволит мгновенно регистрировать дан-

ные с объекта через пользовательский интерфейс.

Система, разработанная в сотрудничестве с ведущими компаниями отрасли, может быть использована в любой промышленной среде, как на новых, так и на уже существующих проектных площадках, для пуско-наладочных работ, планового технического обслуживания и при простое производства.

Применение решения ABB в нефтегазовой, химической, обрабатывающей отраслях, а также в области энергетики и водоснабжения поможет трансформировать производственные процессы на предприятии, предоставив техническим специалистам, находящимся на объекте, возможность воспользоваться всеми преимуществами цифровых технологий, мобильной передачи данных и дистанционного взаимодействия.

Данное решение является примером того, как ABB помогает персоналу заказчика работать с производственными приложениями, предоставляя сотрудникам доступ к системе вне зависимости от того, где они находятся.

Департамент корпоративных коммуникаций ООО «АББ»

ЖЁСТКИХ УСЛОВИЙ

до +85°C



Основные свойства электролюминесцентных дисплеев

- Кристальная чёткость изображения. Отсутствует размытость изображения движущегося объекта при температуре -60°C
- Широкий угол обзора – свыше 160°
- Время отклика менее 1 мс
- Средний срок безотказной работы более 116 000 часов
- Срок эксплуатации не менее 11 лет при потере яркости 25–30%
- Устойчивость к ударным и вибрационным воздействиям
- Низкий уровень электромагнитного излучения
- Компактный корпус и оформление

Области применения

- Специальная техника
- Транспортные средства
- Промышленное оборудование
- Медицинские приборы
- Аппаратура морской техники

LUMINEO
POWERED BY **BENEQ**

МОСКВА
(495) 234-0636
info@prosoft.ru

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

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



НОВОСТИ МИРА

Об использовании ИИ для борьбы с COVID-19

До сих пор нет лекарства от коронавирусной инфекции COVID-19, над этой задачей работают все страны и специализированные лаборатории. Многие компании предоставляют для этих исследований ресурсы и средства. Не остался в стороне и Сбербанк. Александр Ведяхин, первый заместитель Председателя Правления Сбербанка так прокомментировал ситуацию: «У Сбербанка есть несколько направлений использования искусственного интеллекта (ИИ) для борьбы с COVID-19.



Во-первых, наши эксперты разработали ИИ-модель диагностики коронавируса, которая с помощью технологий компьютерного зрения выделяет на компьютерной томограмме (КТ) лёгких области изменения – характерные затемнения, вызванные вирусной пневмонией (в том числе из-за COVID-19), и вычисляет объём этих изменений. Это нужно, чтобы определить степень тяжести протекания заболевания. Уже сейчас модель определяет по КТ заболевших с точностью выше 90%, то есть на уровне хороших рентгенологов. В начале мая мы бесплатно предоставили доступ первым клиникам. В ближайшие две недели число стационаров, подключённых к этой системе, достигнет десяти. Доступна как облачная версия данной модели, так и её установка на компьютеры непосредственно к аппаратам КТ.

Мы разрабатываем множество подобных инструментов для врачей на основе ИИ: анализ ЭКГ, определение инсульта по КТ, определение новообразований на маммограммах, анализ медицинских карт для помощи в постановке диагноза и контроля качества оказания медпомощи и так далее.

Во-вторых, на основе вероятностной модели ИИ и мировых медицинских данных Сбербанк разработал онлайн-тест (симптом-чекер), который позволяет по симптомам и внешним факторам оценить риск заболевания коронавирусом и вероятность лёгкого протекания болезни. К настоящему мо-

менту тест прошли более 177 тысяч россиян, в том числе более 40 тысяч москвичей и 9 тысяч петербуржцев. Высокий риск заболевания коронавирусом выявлен у 9% респондентов.

В-третьих, на основе эпидемиологического симулятора мы построили модель, которая прогнозирует распространение в стране коронавируса. Ещё в марте она предсказала, что пик заболевания в России придётся на первую декаду мая.

Наконец, у Сбербанка есть несколько прикладных решений для помощи в борьбе с коронавирусом – от роботов-дезинфекторов до системы распознавания лиц, в том числе в масках, с удалённым измерением температуры тела».

Пресс-служба Сбербанка

Немецкая INFINEON поглотила американского разработчика полупроводников CYPRESS

Немецкий производитель микросхем для телекоммуникационного оборудования Infineon Technologies AG объявил о завершении сделки по приобретению американской компании Cypress Semiconductor Corp, которая занимается разработкой и производством полупроводниковой продукции.

Как полагает Infineon, сделка позволит расширить её возможности для структурного роста и увеличения ассортимента предлагаемых продуктов.



«Приобретение Cypress является значимым шагом в стратегическом развитии Infineon», – отметил генеральный директор Infineon Рейнхард Плосс (Reinhard Ploss). По его словам, сделка позволит предложить клиентам самый объёмный в отрасли портфель решений для связи реального мира с цифровым и формирования цифровых технологий, одной из самых важных мировых тенденций. «Мы являемся надёжным партнёром для клиентов и дистрибьюторов, и мы превращаемся из лидера по поставкам компонентов в лидера в области системных решений для автомобильного, промышленного и IoT-рынков», – добавил Плосс.

В Infineon также заявили, что поглощение Cypress ускорит рост прибыли компании. Выпускаемые Cypress продукты пополняют её портфель микроконтроллеров, компонентов связи, программных экосистем и высокопроизводительных модулей памяти. Всё это хорошо сочетается с силовыми полупроводниками Infineon, автомобильными микроконтроллерами, датчиками и решениями для обеспечения безопасности.

Объединение этих технологических активов позволяет создавать передовые решения для быстрорастущих приложений, таких как системы помощи водителю нового поколения ADAS и AD, Интернет вещей и мобильная инфраструктура 5G, подчеркнули в Infineon, добавив, что возможности Cypress в области НИОКР и её позиции в США и Японии позволят укрепить связи Infineon с клиентами по всему миру.

3DNews

Контрактное производство электроники в России в 2019 году показало взрывной рост, но может рухнуть из-за COVID-19

Российский рынок контрактного производства электронного оборудования по итогам 2019 г. продемонстрировал 26% рост в сравнении с показателями 2018 г. Его суммарный объём, согласно отчёту консалтинговой компании «Центр современной электроники» (ЦСЭ) составил около \$300 млн или 20 млрд руб.

По данным ЦСЭ, рост рынка во многом обеспечили крупные проекты по импортозамещению в сфере вычислительной техники. Немалую роль в этом сыграло и расширение спектра услуг контрактного производства, в том числе и за счёт комплектации производства – перехода с давальческой (предоставляемой заказчиками) комплектации на снабжение производства по собственным каналам закупок. Объёмы физического производства без услуг по комплектации по итогам 2019 г. выросли примерно на 15%, включая проекты по импортозамещению, и примерно на 4% – без них.

По итогам 2019 г. в сфере контрактного производства электроники в России задействовано более 50 предприятий. При этом свыше 50% всего рынка в стоимостном исчислении приходится на пять крупных производителей, четверо из которых расположены в столичных регионах России.

Предварительный список пяти крупнейших российских контрактных производителей

лей электроники, предоставленный ЦСЭ, включает компании: ООО «Микролит» (г. Зеленоград Московской области, входит в группу компаний «Резонит»); НПО «Цифровые телевизионные системы (ЦТС)» (г. Гусев Калининградской области, входит в холдинг GS Group); «А-Контракт» (Санкт-Петербург); Производственная компания «Альтоника» (Москва); НПО «Старлайн» (Санкт-Петербург). Компании расположены в порядке уменьшения их рыночных долей.

Согласно статистике, компании ЦТС и «Старлайн», занявшие вторую и пятую строчки рейтинга соответственно, за 2019 г. продемонстрировали двукратный рост объёмов своего контрактного производства в сравнении с итогами 2018 г.

Компания ЦТС, по её оценке, является крупнейшим в Восточной Европе производителем цифровых ТВ-приставок. Помимо них компания выпускает промышленную, автомобильную и бытовую электронику, а также электронику для ЖКХ и систем безопасности. Мощность производства, реализованного ЦТС, составляет 17 млн готовых изделий в год.

«Старлайн» предлагает своим клиентам полностью автоматизированное и роботизи-

рованное производство электроники. Объём выпускаемых компанией электронных компонентов может достигать 1,5 млн в час.

Представленная в статистике ЦСЭ информация не включает данные за I квартал 2020 г. и не учитывает влияние пандемии коронавируса на мировую экономику, в том числе и на производство электроники.

На российскую экономику в настоящее время влияет не только коронавирус, но и резкое ослабление национальной валюты – по информации Центробанка, с 15 января 2020 г. по 14 апреля 2020 г. курс доллара вырос с 61,4 руб. до 72,9 руб. с пиком на уровне 80,8 руб., пришедшимся на 18 марта 2020 г.

Несмотря на всё перечисленное, эксперты ЦСЭ прогнозируют примерно 10% рост объёма контрактного производства электроники по итогам I квартала 2020 г. Между тем, они не отрицают, что эпидемиологические ограничения из-за коронавируса, ставшие причиной существенных перебоев в снабжении, всё же могут отрицательно сказаться на объёмах производства.

Режим самоизоляции, введённый по указу Президента России Владимира Путина, на развитии рынка контрактного производ-

ства электроники в I квартале 2020 г. практически не отразится.

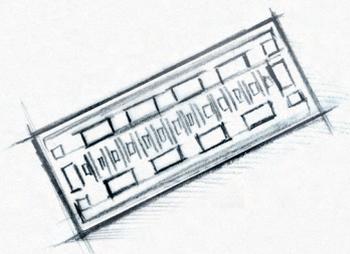
Как сообщил руководитель ЦСЭ Иван Покровский, участники рынка уверены в его сокращении по итогам всего 2020 г. По самым оптимистичным их прогнозам, сокращение общего объёма производства электроники в России в 2020 году составит 10%, а само контрактное производство сократится значительно сильнее – на 15...20%. Некоторые участники прогнозируют сокращение общего объёма производства электроники более чем на 30%, а контрактного производства – на 50%.

Падение курса рубля, по мнению Ивана Покровского, в итоге пойдёт рынку контрактной электроники на пользу, но случится это не в ближайшее время: «Ослабление рубля приведёт к повышению конкурентоспособности российских контрактных производителей. Но чтобы это перешло в увеличение объёма заказов, нужно время. Производственные цепочки не перестраиваются за один день, это многие месяцы и даже годы. Чтобы воспользоваться ценовым преимуществом, в будущем нужно ещё выжить».

Время электроники

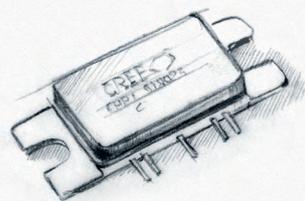


НОВЫЕ МОЩНОСТИ — НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ



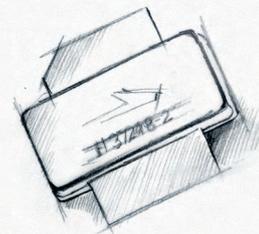
Кристаллы СВЧ-транзисторов GaN/SiC

- 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



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

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

Реклама

HARTING Technology Group: экологические тренды в промышленности и адаптация к новой реальности

Ольга Романовская (romanovskaya@prochip.ru)

Самая масштабная промышленная выставка Hannover Messe привлекает внимание ко многим аспектам: технологический прогресс, политическая нестабильность, экологические проблемы.

Задача многих компаний сегодня – продемонстрировать не только технологический прорыв, но и поделиться опытом использования эко-френдли идей и технологий, а с учётом распространения пандемии коронавируса быстро принимать решения и искать новые форматы работы.

Международные компании подготовили множество технологических новинок для презентации на ежегодной промышленной выставке Hannover Messe 2020. Но пандемия коронавируса затронула все страны и многие бизнес-процессы, поэтому учредители Hannover Messe 2020 перенесли выставку на 2021 год.

2020 год, определённо, войдёт в историю человечества. Нет ни одной страны, предприятия или человека, которого бы не коснулись происходящие изменения. Возможно, эти изменения приведут в будущем к новым процессам управления и работы, к новому формату проведения мероприятий и выставок. А пока весь мир следит за развитием событий, технологические компании продолжают свои исследования и разработки, в том числе в области Индустрии 4.0. Очевидно, что внедрение автоматизации и цифровизации на предприятиях является следующим логичным шагом развития промышленности.

«На Hannover Messe мы показываем, как можно перенести в цифровой

мир машины, производственные цеха и процессы внутрипроизводственной логистики. Если вы не совершите этого перехода, то рано или поздно ваши конкуренты обойдут вас», – заявляет доктор Йохен Кёклер, генеральный директор Deutsche Messe AG.

У Hannover Messe 2020 была особая миссия – показать, как цифровая трансформация производства меняет мир и задаёт ускоренный темп роста, встречая при этом мощное сопротивление из-за политической и экономической нестабильности. Рост и технический прогресс сегодня сопряжены с климатическими изменениями, вызванными выбросами углекислого газа, растущими затратами ресурсов и потреблением энергии.

Защита климата и цифровая промышленная политика должны быть сегодня неотделимы. Эту задачу, как одну из самых важных, придётся решать всем передовым компаниям. Именно поэтому особое внимание сегодня уделяется компаниям, открывающим возможности для цифрового производства, в том числе ориенти-

рующихся на Индустрию 4.0. Одной из таких компаний является HARTING Technology Group, предлагающая инновационные решения от соединительных компонентов и систем управления до открытых вычислительных платформ.

Нынешний год для HARTING Technology Group юбилейный. Компании исполняется 75 лет. Отмена Hannover Messe 2020 не отменяет большой вклад HARTING в подготовку к этой выставке и другим мероприятиям, а также в построении партнёрских отношений для развития промышленности в целом. Учитывая сложившуюся ситуацию, недавно была создана виртуальная платформа **HARTING Experts Camp**, являющаяся новой цифровой контактной точкой для всех основных событий HARTING. На этом ресурсе посетители смогут следить за всеми новостями о продуктах и решениях – легко и в любом месте посредством аудио- и видеопередачи. В течение года в HARTING Experts Camp появятся новые интересные темы, высококлассные экспертные дискуссии и вебинары.

Следуя традициям, HARTING Technology Group представляет успешные и хорошо зарекомендовавшие себя линейки продукции, а также новинки. Среди успешных продуктов нужно отметить полный спектр соединителей для передачи данных по промышленному протоколу Ethernet (см. рис. 1): классические разъемы RJ45 различного промышленного исполнения, дополняющие их цилиндрические разъемы M12, а также ноу-хау, пришедшие на смену классике, миниатор-



Рис. 1. Спектр решений Harting для Ethernet



Рис. 2. Разъемы T1 для передачи SPE (Ethernet по одной паре)

ные разъёмы **ix industrial** и разъёмы для передачи Ethernet по одной витой паре.

Предназначенные для проводов AWG 28-22 разъёмы промышленного интерфейса **T1** (для передачи SPE – однопарный Ethernet) были впервые анонсированы в этом году. Главная особенность этих разъёмов – возможность сборки в «полевых условиях». HARTING также представляет соответствующую розетку для надёжного и стандартизированного соединения SPE с устройством. На рисунке 2 представлены оба варианта разъёмов T1. Более подробно об этих продуктах можно будет узнать на серии вебинаров на новой платформе HARTING Experts Camp.

Особое внимание HARTING уделяет защите окружающей среды и обеспечению безопасности труда, что подтверждается соответствующими независимыми сертификатами (Klimaschutz, EMAS Zerifikat). Например, крупнейший полностью автоматизированный логистический центр HARTING, расположенный в немецком Эспелькампе, построен с учётом современных технологий и соответствует экологическим нормам. В этом центре ежедневно обрабатывается до 20 000 заказных позиций. Передача электропитания осуществляется с помощью системы на базе фотоэлектрических элементов, установленных на крыше здания. Энергия, необходимая для охлаждения и нагрева, генерируется внутренней биометановой и геотермальной станцией. Реализованная концепция позволяет предельно сократить выбросы CO₂. Технология RFID отвечает за распознавание транспортных средств, правильное размещение и загрузку паллет. Технологичность и автоматизация реализованы за счёт решений Harting.

Говоря об усиливающемся тренде на экологичность, компания HARTING поддерживает проекты по созданию альтернативных источников энергии, например, производит разъёмы для подключения силовых и сигнальных цепей в ветротурбинах и создаёт специализированные коннекторы для систем хранения электроэнергии. Для возобновляемых источников энергии также может потребоваться создание резервных хранилищ.

HARTING Technology Group производит и продвигает разъёмы, которые являются основой для модульных систем накопления энергии.



Рис. 3. Разъёмы Han S® для систем хранения электроэнергии

Эти системы построены по модульному типу: несколько ячеек представляют собой пачку, несколько пачек – стеллаж, несколько стеллажей – контейнер. Благодаря разъёмам HARTING производитель батарей может строить контейнеры для накопления энергии более быстрым и эффективным способом. Увидеть разъёмы **Han S®** будет возможно на одной из ближайших промышленных выставок в Германии (см. рис. 3).

У компактного и гибкого корпуса разъёма есть место для контактов на токи до 200 А. Корпус может вращаться, доступ к запирающему механизму интуитивно понятен. Разъём с красным цветом корпуса используется в качестве «плюса», а чёрный – «минуса», дополнительно реализован механизм кодирования. Han S® обеспечивает оптимальную пользовательскую безопасность, конструкция соответствует всем техническим требованиям и новейшим стандартам UL 4128 для стационарных систем накопления энергии. Использование разъёмов Han S® ускоряет сборку блоков накопления энергии из литий-ионных элементов. Мировой спрос на аккумуляторы такого типа быстро растёт. Производителям приходится подключать всё больше и больше ячеек к системам.

В 2021 году на следующей выставке Hannover Messe посетители смогут познакомиться с результатом сотрудничества компаний Rinspeed и Harting – прототипом электромобиля **metroSNAP**. Компания HARTING и её партнёр KUKA демонстрируют автоматическое решение для зарядки. Встроенный в электрическую зарядку помощник направляет соединитель постоянного тока Combo 2 в заряд-



Рис. 4. Разъём Harting для подзарядки электромобиля metroSnap

ную розетку автомобиля. После зарядки робот вытягивает соединитель вместе с кабелем. На рисунке 4 показан разъём HARTING для подзарядки электромобиля metroSNAP.

Прорыв в области электромобилей зависит от того, сколько времени занимает зарядка и насколько она удобна. Технология быстрой зарядки с комбинированной вилкой постоянного тока – обязательное условие для того, чтобы в будущем автомобиле можно было заряжать за считанные минуты.

HARTING Automotive, дочерняя фирма HARTING, в последние годы показывает серьёзный рост. «Дочка» уже давно работает на рынке автомобильных компонентов. Компания отмечает резкий рост спроса на решения для электромобилей. Обладая десятилетиями опыта в области создания технологий соединения и передачи данных, сигналов, питания, компания разрабатывает и производит зарядное оборудование для электрических и гибридных транспортных средств. Компания HARTING поставляет ассортимент зарядного оборудования для Volkswagen, а также является поставщиком первого уровня для BMW Group.

HARTING Automotive предлагает зарядные кабели любого типа: для переменного, трёхфазного или постоянного тока (от 230 до 1000 В). У компании есть зарядные кабели Mode 2 со встроенным наблюдением за температурой и определением остаточного постоянного тока, а также зарядные кабели Mode 3 в различных версиях.

Литература

1. URL: <https://www.harting.com/RU/ru/topics/harting-partner-e-mobility>. 

Нan[®] F+B: универсальные соединители для пищевой промышленности

Флориан Хакельмайер (HARTING Technology Group)

До настоящего времени производители пищевых продуктов были скептически настроены в отношении применения соединителей в специальных средах. С точки зрения профиля и площади основания, возникают сомнения в том, что соединители не создадут препятствия на плавных легко моющихся поверхностях, очистка которых необходима вблизи участков работы с пищевыми продуктами. Компоненты Nan[®] F+B от компании HARTING – это специальные соединители, устойчивые к интенсивной очистке. Они открывают новые преимущества для проектирования, сборки и технического обслуживания производственных установок.

Оборудование для пищевой промышленности должно исключать проникновение опасных для здоровья веществ в пищевые продукты. Следовательно, конструкция оборудования для обработки и упаковки должна обеспечивать простую очистку (см. рис. 1) и предотвращать скопление загрязнений – и это на первый взгляд элементарное требование ставит очень сложную задачу перед многими руководителями производства на предприятиях пищевой промышленности.

Процессы обработки в отрасли пищевой промышленности осуществляются в трёх разных зонах: зона продукта, зона распространения брызг и зона без контакта с продуктом. Каждая зона предусматривает разные требования к используемым компонентам. Все детали и компоненты оборудования, которые непосредственно контактируют с пищевыми продуктами, относятся к зоне продукта и должны соответствовать следующим требованиям:

возможность очистки и дезинфекции, коррозионная стойкость, применение нетоксичных и невпитывающих материалов, плавных непрерывных поверхностей или уплотнений. Поскольку соединители, как правило, не рассчитаны на прямой контакт с пищевыми продуктами, они редко используются в этой зоне.

В зоне распространения брызг также возможен контакт пищевых продуктов и компонентов, но эти продукты не возвращаются в общий производственный поток. Поскольку регулярная очистка этой зоны также необходима, предъявляемые к зоне продукта требования должны также учитываться для обеспечения высокого уровня гигиеничности.

В зоне без контакта с продуктом отсутствует непосредственный контакт пищевых продуктов и компонентов оборудования. Эти компоненты должны быть устойчивы к коррозии, а также предусматривать простую очистку и дезинфекцию.

Зона обработки продукта, в которой имеется прямой контакт с пищевыми продуктами, предусматривает самые строгие требования к оборудованию и компонентам. Как правило, эта зона должна иметь малый размер с целью упрощения очистки. В этой зоне оптимально использовать плавные поверхности для предотвращения роста числа бактерий. Поскольку электромеханические соединительные компоненты нарушают плавность поверхности, по возможности их устанавливают за пределами зоны продукта.

Электрические соединения в зоне распространения брызг

Но даже в зоне распространения брызг производители пищевых продуктов часто считают использование промышленных соединителей вместо жёсткопроводных соединений рискованным, поскольку иногда применяемые в этих зонах чистящие средства вызывают значительную нагрузку на материалы. Кроме того, системы очистки с высоким давлением подвергают оборудование жёсткому воздействию горячей воды и высокого давления (см. рис. 2). Такие воздействия могут приводить к нарушению защитных функций уплотнений и кабельных наконечников соединителей внутри корпуса.

В компании Packaging Automation (PA) из города Натсфорд (Великобритания), где производят оборудование для запаивания контейнеров, предназначенных для продуктов питания, так-



Рис. 1. Очистка и дезинфекция оборудования пищевого производства



Рис. 2. Очистка оборудования горячей водой под высоким давлением

же считают, что применение соединителей связано с рисками. Существуют ситуации, в которых кабельные наконечники и уплотнительные кольца утрачивают свою защитную функцию после использования высокоэффективных чистящих средств и систем очистки с высоким давлением. В то же время специалисты компании PA уверены в надёжности специальных соединителей HARTING Han® F+B (см. рис. 3), которые уже несколько лет применяются в конструкции производимого ими оборудования. Эти соединители помогли преодолеть множество сложностей в процессе проектировании оборудования, они позволили использовать стандартное исполнение для нижней части оборудования. Если заказчику сегодня потребуется внести изменения в конструкцию, разработчики PA могут легко поменять вставки без повторного проектирования всей металлической конструкции. Благодаря использованию соединителей, упрощается быстрое подключение компонентов, например систем всасывания.

Устойчивость к агрессивным химическим веществам

Специальный соединитель от компании HARTING (см. рис. 4) обеспечивает передачу электропитания и сигналов в зоне с распространением брызг (в среде с особенно высокими санитарными требованиями, где может происходить контакт компонентов оборудования с пищевыми продуктами). Поскольку пищевые продукты в этой зоне не возвращаются в общий производственный поток, они могут оставаться на компонентах оборудования. В этой зоне необходимо использовать соединители, устойчивые к очистке устройствами с высоким давлением и с применением агрессивных химических веществ и, соответственно, защитить электрическое соединение от воздействия воды под высоким давлением. После очистки не должно оставаться остаточных загрязнений, которые являются благоприятной средой для развития бактерий.

Очевидно, что исполнение Han® F+B было разработано для зоны распространения брызг: конструкция корпуса с большими радиусами и плавными поверхностями предусматривает простую очистку. Данные решения соответствуют нормам Европейской группы гигиенического проектирования и инжиниринга (EHEDG). Специальные

корпусы и уплотнения защищают электрические соединения от воздействия высокого давления и струи пара во время очистки, обеспечивая степень защиты IP69K. Кроме того, эти специальные соединители имеют закрытые зазоры. Материал корпуса соответствует требованиям FDA 21, а устойчивость к агрессивным чистящим средствам подтверждена сертификацией Ecolab.

Помимо специальных вставок Han® F+B с девятью контактами доступно более двадцати различных вставок для типоразмеров Han 3 A. Имеются варианты с разъёмами RJ45 и вставками для передачи сигналов с поддержкой до 21 полюса или электрические контакты для передачи тока до 40 А. Из очень широкого портфолио продуктов пользователь может выбрать компоненты для гибкого построения электрических соединений даже при наличии небольшого или ограниченного пространства. Не требуется открывать кабельные наконечники в шкафу управления с целью отсоединения полевых устройств. Кроме того, сокращается время и снижается трудоёмкость при выполнении операций отключения и повторной установки, по сравнению с жёсткопроводными соединениями. Соединители гарантируют быстрый монтаж оборудования для сокращения времени для смены инструментов и технического обслуживания.

Оптимизация проектирования гибких систем, благодаря использованию соединителей

К соединителям, которые устанавливаются в зонах без контакта с продуктом, предъявляются не такие высокие требования, поскольку здесь не предусмотрен непосредственный контакт пищевых продуктов и компонентов системы. Тем не менее должна обеспечиваться возможность очистки и дезинфекции компонентов. Для оптимального соблюдения этих требований отлично подходят стандартные промышленные соединители Han® B. Они предусматривают степень защиты не менее IP65, поэтому их можно выбрать для множества целей применения.

Ещё одна доступная опция – корпуса из нержавеющей стали. Когда очистка зоны, в которой отсутствует продукт, выполняется вместе с другими участками, компоненты могут подвергаться значительным химическим



Рис. 3. Специальные соединители HARTING Han® F+B



Рис. 4. Соединитель от компании HARTING с различными вставками

воздействиям. В этих случаях в качестве материала корпуса соединителей оптимально использовать нержавеющую сталь, которая характеризуется высокой стойкостью к коррозии, а плавные поверхности упрощают тщательную очистку.

Корпусы из нержавеющей стали серии Han-INOX® характеризуются высокой устойчивостью к химической очистке в условиях пищевой промышленности. Внутренняя часть корпуса с контактами надёжно защищена от попадания брызг воды. При выборе корпуса с большими размерами пользователям доступны преимущества вставок серии Han-Modular®. Данная серия предусматривает множество вставок стандартных размеров для различных жизненно важных линий – от модуля Han® Gigabit для быстрой передачи данных до электрических (16 А) и высоковольтных модулей (100/200 А), а также пневма-

тических контактов для передачи сжатого воздуха. Всё это делает возможным построение системы для решения практически любых задач.

Также доступны очень компактные корпуса Nan[®] 3A из нержавеющей стали со степенью защиты IP67, такое решение идеально использовать для соединения двигателей.

Альтернатива – высокоэффективный пластик

Пластик является альтернативой нержавеющей стали для применения вне производственных участков, где необходима очистка с помощью устройств с высоким давлением. Помимо специального соединителя Nan[®] F+V для зоны распространения брызг ассортимент продуктов HARTING включает решение Nan-Eco[®], которое подходит для применения в зонах без контакта с пищевыми продуктами. Основным преимуществом этих соединителей является коррозионная стойкость, благодаря конструкции из высокоэффективного пластика, усиленного стекловолокном. Корпусы соединителей серии Nan-Eco[®] характеризуются высокой механической

прочностью и защитой IP65, но при этом имеют малый вес за счёт применения пластика. А ещё эти компоненты могут использоваться в сочетании с контактными вставками серии Nan-Modular[®]. Поэтому Nan-Eco[®] обеспечивает большее пространство внутри одного модуля стандартного размера по сравнению со стандартным металлическим корпусом. Таким образом, очевидны следующие преимущества: компактность, малый вес и сокращение расходов.

Соединительные рамки подходят для установки в оборудовании, в котором выполняется регулярная смена инструментов, например в машинах для термоформования, где требуется частая смена форм. Рамка выполняет функцию гнезда для соединителя Nan-Modular[®]. Различные модули для передачи электропитания, данных, сигналов или сжатого воздуха можно установить рядом друг с другом. Благодаря доступности более 100 различных модулей, серия модульных соединителей открывает практически неограниченные возможности для сочетания и абсолютной адаптивности. Соединительная рамка предназначена для под-

ключения или отключения соединений с инструментами или с элементами оборудования. Доступно построение модульных структур с использованием соединительных систем и их адаптация к конкретным функциям с целью реализации универсальных и эффективных решений для множества процессов.

Санитарное исполнение

Компания HARTING выпустила справочное описание [1], посвящённое соединителям для пищевой промышленности. В этом документе пользователи могут ознакомиться с общими требованиями, предъявляемыми к соединителям в соответствии с классификацией зон предприятия пищевой промышленности, например EN 1672-2. В документе приведена информация об исполнениях соединений для оборудования, о материалах, используемых в пищевой промышленности, а также информация по устойчивости компонентов соединителей к чистящим средствам.

Литература

1. URL: www.harting.com/fb.



Монтажное основание приходит на смену гибким печатным платам

Томас Хесс (HARTING Technology Group)

Гибкие печатные платы характеризуются множеством преимуществ. Тем не менее механическое крепление печатных плат данного типа представляет сложность. Компания HARTING разработала новое решение, основанное на технологии 3D-MID, для замены гибких печатных плат. Новые монтажные основания могут обеспечивать экономию до 60%.

Адаптивность гибких печатных плат, изготовленных из тонкой полиамидной плёнки, позволяет широко применять их в самых разных устройствах. Но установка компонентов и сборка таких плат является сложной задачей. Поэтому компания HARTING разработала новое решение – монтажное основание.

Стандартизированное монтажное основание для электронных компонентов

Данное инновационное решение HARTING позволяет устанавливать

электронные компоненты непосредственно на основание, которое заменяет гибкую печатную плату. Монтажное основание выполняет функцию соединительного элемента между печатной платой (PCB) и электронными компонентами, например, светодиодами, интегральными схемами, полупроводниковыми диодами и датчиками.

В процессе автоматизированной сборки электронные компоненты устанавливаются непосредственно на новом монтажном основании. Данная технология позволяет исключить

зачастую сложные операции, которые необходимы при работе с печатными платами, что в свою очередь может обеспечивать сокращение расходов до 60%.

Готовые монтажные основания поставляются в виде бобины с лентой. Доступна обработка стандартных оснований для компонентов в автоматических системах сборки и других электронных компонентов для поверхностного монтажа. В настоящее время доступны два конструктива, которые предназначены для установки электронных компонентов стандартного размера SOIC-8 и меньше (см. рис. 1). Более компактный размер монтажного основания подходит для компонентов размера SOT23 и меньше (приблизительно 5×4×3 мм). Кроме того, HARTING производит монтажные основания с индивидуальными размерами в соответствии с требованиями заказчика.

Для примера компания HARTING приводит три практических ситуации, ког-



Рис. 1. Монтажное основание с установленным на нём компонентом

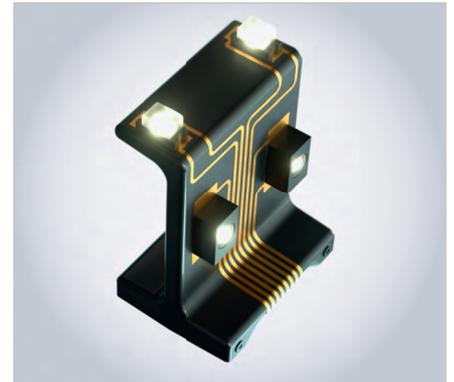


Рис. 2. Иллюстрация гибкости монтажного основания (электронные компоненты установлены на разных поверхностях основания для датчика)

да монтажное основание может заменить гибкие печатные платы.

1. Установка компонентов под углом 90° относительно печатной платы.

Монтажное основание удобно использовать, когда электронные компоненты, например датчики, должны располагаться перпендикулярно плоскости печатной платы. Автоматические процессы сборки обеспечивают очень точную установку датчиков температуры или преобразователей Холла для гарантии точности и повторяемости измерений. Ещё одним наглядным примером могут служить оптические компоненты, такие как светодиоды или полупроводниковые диоды, которые предназначены для формирования чётких световых барьеров (см. рис. 2).

2. Расстояние до печатной платы.

Монтажное основание может также применяться для обеспечения расстояния между печатной платой и электронным компонентом. Например, датчик температуры может использоваться для точного измерения температуры в корпусе, и на его результаты не будет влиять тепло, выделяемое другими компонентами, установленными на печатной плате. Кроме того, данная технология позволяет устанавливать светодиоды на таком расстоянии от печатной платы, чтобы предотвратить риск их затенения окружающими компонентами.

3. Функция антенны. Монтажное основание может изготавливаться с применением разных базовых полимеров. Следовательно, могут предусматриваться различные характеристики материалов антенн, например, диэлектрическая постоянная и коэффициент диэлектрических потерь. Доступны индивидуальные конфигурации антенн различного назначения, работающие в диапазонах МГц- и ГГц-частот: например, для Bluetooth, WiFi, ZigBee и 5G.

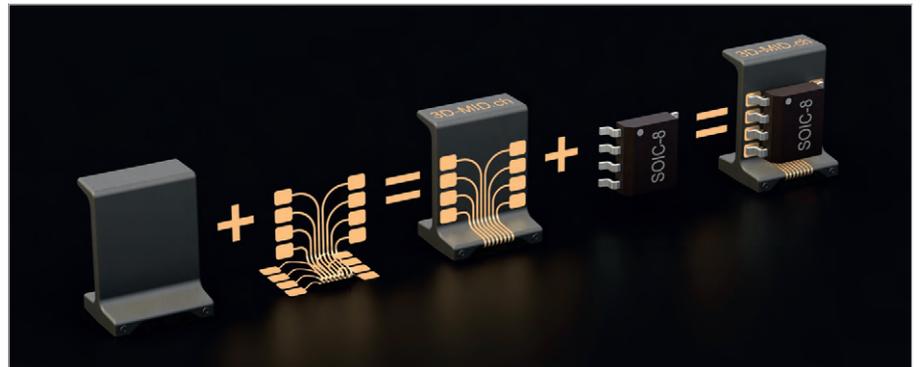


Рис. 3. Иллюстрация процесса 3D MID

Технология 3D-MID – альтернатива гибким печатным платам

Технология 3D-MID (электронно-механическое интегрированное устройство) позволяет устанавливать электронные компоненты непосредственно на трёхмерном корпусе без печатных плат и соединительных кабелей. Основной корпус изготавливается из термопластичной пластмассы с непроводящими неорганическими добавками методом литья под высоким давлением. Используемый пластик характеризуется высокой терmostойкостью, поэтому он подходит для пайки с оплавлением припоя.

Для установки электрических контуров на материал выполняется «активация» добавок методом прямого лазерного структурирования (LDS). Во время этого процесса с помощью лазерного луча выполняется выделение участков контактных дорожек и формирование мелкошероховатой структуры. Частицы металла, которые освобождаются во время этого процесса, становятся атомными ядрами для последующей химической металлизации. Данный процесс формирует контактные дорожки на трёхмерном основном корпусе.

На протяжении более 10 лет компания HARTING работала над собственной комплексной реализацией процесса 3D-MID: от концепции проекта до серии готовых продуктов. Данная технология находит применение в прикладных решениях в областях медицинских технологий, промышленной электроники и бытовой электронной аппаратуры, а также в автоматизированных компонентах для обеспечения безопасности. Подразделение компании HARTING 3D-MID является крупнейшим поставщиком компонентов 3D-MID за пределами Азии.

Разработанное на основе инновационных технологий монтажное основание подходит для широкого спектра сценариев применения. Оно может оснащаться несколькими датчиками, которые при необходимости можно расположить в трёх направлениях для выполнения измерений по трём осям (X, Y, Z). Компоненты могут одновременно устанавливаться на двух параллельных поверхностях (на лицевой и на обратной сторонах), а также на торцевой стороне. На монтажное основание HARTING была оформлена заявка на патент.

На рисунке 3 показан процесс MID, во время которого на изготовленный

методом литья под давлением компонент накладывается проводящая схема, согласно индивидуальным требованиям. На этапе сборки электронные компоненты устанавливаются на выбранные поверхности.

Монтажное основание обеспечивает 60-процентную экономию расходов

При использовании автоматизированного процесса HARTING устанавливает электронные компоненты, например, светодиоды, интегральные схемы, полупроводниковые диоды и датчики, непосредственно на монтажное основание. Общая стоимость монтажного основания на две трети ниже стоимости решений с применением гибких

печатных плат. Более низкая стоимость обусловлена отсутствием зачастую сложных операций при работе с гибкими печатными платами, например, расположения компонентов, склеивания и сборки. Даже в небольших масштабах использования данный процесс характеризуется преимуществами, поскольку монтажное основание подходит для разных целей применения и не требует адаптации, что позволяет сократить расходы на новые литые под давлением элементы. По сравнению с гибкими печатными платами данный процесс обеспечивает более точное расположение компонентов, более высокую повторяемость и улучшение качества.

HARTING подчеркивает ещё одно преимущество монтажного основа-

ния: небольшие сроки поставки готовых компонентов. Поскольку не требуется изменение пластикового корпуса, необходимы только спецификации по размещению электронных компонентов. На основе предоставленных спецификаций эксперты 3D-MID сформируют предложение, оптимизированное согласно установленным требованиям. Для изготовления контактных дорожек для решения поставленной задачи потребуется только настройка программы для лазерного оборудования. После утверждения заказчиком полученной информации по продукту и компонентам в срок до двух-трёх недель (или даже быстрее, если необходимо) заказчику будут отправлены первые производственные образцы. ©

НОВОСТИ МИРА

KEYSIGHT TECHNOLOGIES ПРЕДСТАВЛЯЕТ ОСЦИЛЛОГРАФЫ СМЕШАННЫХ СИГНАЛОВ СЕРИИ INFINIUM MXR

Компания Keysight Technologies, Inc. объявила о начале продаж первого осциллографа с 8 аналоговыми каналами с полосой до 6 ГГц и 16 синхронными цифровыми каналами. Данное решение позволит пользователям уменьшить длительность испытаний и сложность рабочих процессов, повысить эффективность и обеспечить точность и воспроизводимость многоканальных измерений на одном приборе.



Высокоскоростные цифровые схемы, испытания на целостность мощности, технологии Wi-Fi 6, IoT, IIoT и визуализации, а также галлий-нитридные (GaN) полупроводники используют диапазон от 2 до 6 ГГц, частоты которого в настоящее время мало освоены или требуют больших затрат при эксплуатации.

Для испытаний этих новых продуктов необходимо оборудование для измерения времени и частоты, способное одновременно работать с аналоговыми и цифровыми каналами. В идеале такое оборудование должно использовать программно-конфигурируемые

протоколы и стандарты, а также располагать встроенными инструментами поддержки при испытаниях с возможностью совместной дистанционной работы инженеров.

В новом осциллографе смешанных сигналов серии Infiniium MXR используется современная технология обработки сигналов под управлением СБИС собственной разработки Keysight, благодаря чему реализуется функциональность 8 мощных приборов на основе одного:

- 1) анализатор спектра в реальном масштабе времени (RTSA);
- 2) осциллограф;
- 3) цифровой вольтметр (DVM);
- 4) генератор сигналов специальной формы;
- 5) построитель кривых Боде;
- 6) счётчик событий;
- 7) анализатор протоколов;
- 8) логический анализатор.

Осциллограф располагает широким набором программных решений для испытаний на целостность питания, тестирования высокоскоростных схем и проверки разработанных устройств. Встроенное программное обеспечение включает функцию поиска неисправностей, которая позволяет ускорить определение первопричины и облегчить устранение редких или случайных ошибок.

Осциллографы серии Keysight Infiniium MXR помогают инженерам быстро обнаруживать ошибки и находить их решения благодаря следующим ключевым преимуществам:

- За счёт совмещения функций 8 приборов в одном снижается загруженность стенда, сокращается время настройки и тестирования, уменьшаются перекрёстные помехи. Наличие анализатора спектра в реаль-

ном времени позволяет со 100-процентной вероятностью выявлять даже асинхронные ошибки в частотном диапазоне.

- Встроенная функция поиска неисправностей выделяет нормальные сигналы и затем сравнивает их с целью обнаружения аномальных сигналов, фиксируя все параметры, связанные с их появлением. Это позволяет быстро решать проблемы, обусловленные возникновением нерегулярных, случайных или паразитных сигналов.
- Одновременный доступ к 8 аналоговым и 16 цифровым каналам помогает отслеживать и анализировать сложные взаимодействия сигналов. Увеличение полосы пропускания в 3 раза по сравнению с прочими 8-канальными осциллографами позволяет инженерам-тестировщикам получать больше информации о проектируемых схемах.
- Программный инструмент для совместной дистанционной работы PathWave Infiniium Offline Analysis может использоваться группами разработчиков для анализа и обработки данных после измерений на стенде, тем самым повышая эффективность использования стенда.

Новейший осциллограф MXR уже сегодня доступен для удалённой демонстрации своих возможностей! Инженеры Keysight с радостью продемонстрируют уникальные возможности новой серии осциллографов Infiniium MXR по анализу спектра в реальном времени, анализу мощности, целостности питания и анализу цифровых сигналов на физическом и логическом уровнях.

Больше информации об осциллографах реального времени Keysight Infiniium MXR можно найти на сайте Keysight.

НОВОСТИ МИРА

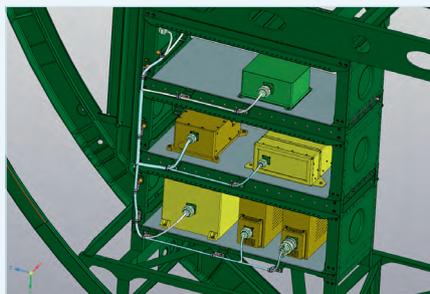
ОКБ «Аэрокосмические системы» выпустило решение для интеграции САПР «Макс» с КОМПАС-3D

ОКБ «Аэрокосмические системы» (входит в состав Корпорации «Промтех») разработало интеграционное решение для бесшовного взаимодействия системы проектирования кабельных сетей и трубопроводных систем «Макс» и КОМПАС-3D.

Решение позволит пользователям обращаться к проектным данным САПР «Макс» прямо из интерфейса КОМПАС-3D для создания 3D-модели жгута, а также передавать рассчитанные длины проводов и раскладку жгута обратно в САПР «Макс» для формирования полного комплекта конструкторской документации.

«Для комплексного решения задачи импортозамещения крупным заказчикам сегодня нужны не отдельные отечественные продукты, а комплексные интегрированные решения, которые обеспечивают выпуск и сопровождение конструкторской, технологической и эксплуатационной документации в электронном виде в рамках единой ИТ-инфраструктуры.

Следуя требованиям рынка, специалисты ОКБ «Аэрокосмические системы» активно развивают направление работы с отечественными производителями CAD/PDM/PLM-систем. В рамках технологического партнёрства с компанией АСКОН реализована возможность прямого обмена данными с 3D CAD-системой КОМПАС-3D. Ведётся разработка интеграционного решения с PDM-системой ЛОЦМАН:PLM.



Прямая интеграция позволяет исключить возможность ошибки из-за человеческого фактора, повышает скорость и удобство проектирования, позволяет осуществлять обмен данными из привычного интерфейса систем, исключив крайне ненадёжный механизм

использования файлов или бумаги. Реализация подобных интеграционных проектов позволит облегчить и ускорить переход крупнейших российских промышленных корпораций на отечественное программное обеспечение для цифрового проектирования.

Дмитрий Гинда, руководитель отдела маркетинга АСКОН, так прокомментировал новое решение: «У АСКОН на первом месте всегда находятся задачи заказчика. Сегодня в нашей продуктовой линейке нет решений для задач, которые закрывает САПР «Макс» в области кабельных систем. Это очень специфическая и узкая функциональность. Мы всегда открыты к сотрудничеству в части создания интеграционных связей КОМПАС-3D с другими продуктами. Есть удачные примеры в виде APM FEM, KompasFlow и многих других партнёрских приложений, которые значительно расширяют объём решаемых задач заказчиков. С выходом нового решения ОКБ «Аэрокосмические системы» предприятия, для которых актуальна функциональность САПР «Макс», смогут решать остальные задачи в продуктах АСКОН и в КОМПАС-3D в частности».

Пресс-релиз ГК АСКОН

ICAPE GROUP YOUR EXPERT SERVICES PROVIDER IN CHINA

НАШ ГЛОБАЛЬНЫЙ ОТВЕТ ВАШИМ ПОТРЕБНОСТЯМ В ПЕЧАТНЫХ ПЛАТАХ И ТЕХНИЧЕСКИХ ДЕТАЛЯХ

ЭКСПЕРТЫ К ВАШИМ УСЛУГАМ!



ЦЕНА

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



СКОРОСТЬ

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



КАЧЕСТВО

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

Реклама

ООО "АЙКЕИП РУС"
115035, г. Москва,
ул. Садовническая набережная, 71

www.icape-group.com

+7 495 668 11 33

www.icapeshop.com
www.cipemshop.com

order@icaperussia.com



Современные электролитические конденсаторы EPCOS для промышленных источников питания и автомобильной электроники

Юрий Петропавловский (г. Таганрог)

В статье приведена номенклатура продуктов компаний TDK Electronics и TDK-Lambda, рассмотрены особенности и приведены параметры современных алюминиевых электролитических конденсаторов EPCOS, предназначенных для промышленных и специальных приложений, а также для автомобильной электроники и устройств, применяемых в тяжёлых условиях эксплуатации.

В этом году исполняется 85 лет со дня основания в Токио предпринимателем Кензо Сайто (см. рис. 1) компании Tokyo Denki Kagaku Kogyo KK (впоследствии TDK) для коммерциализации производства первых в мире трансформаторов с ферритовым сердечником. Производство, созданное в 1930 году исследователями Токийского технологического института Иогоро Като и Такеши Такей, началось с изобретения магнитных керамических материалов. Впоследствии такие материалы получили название ферритов и нашли широкое применение в самых различных отраслях электротехники и радиоэлектроники. Ферриты и индуктивные изделия на их основе по-прежнему занимают значительную долю в ассортименте продукции компании TDK.

В результате многочисленных трансформаций, приобретений и слияний TDK к настоящему времени превратилась в разветвлённую транснациональную группу компаний (TDK Global), большая



Рис. 1. Основатель компании TDK Кензо Сайто

часть продукции которых производится и продаётся за пределами Японии. Наиболее крупными компаниями, входящими в группу, являются TDK Electronics (ранее TDK-EPC) и TDK-Lambda.

Корпорация TDK-EPC была создана в 2009 году после приобретения в 2008 году компанией TDK контрольного пакета акций производителя электронных компонентов EPCOS AG (Германия). В 2016 году корпорация приобрела компанию German Micronas Semiconductor Holding AG (Германия), в результате чего расширила бизнес магнитных датчиков. В 2017 году была приобретена компания InvenSense, Inc. (США), что позволило расширить бизнес специальных датчиков. В октябре 2018 года материнская компания TDK переименовала компанию EPCOS AG и все её дочерние структуры и предприятия в TDK Electronics. Продажей продуктов под марками TDK и EPCOS в Европе в настоящее время занимается компания TDK-Europe.

На более чем 20 разрабатывающих и производственных площадках TDK Electronics в различных регионах занято порядка 23 тыс. сотрудников, компания располагает разветвлённой сетью торговых представительств. Продукцию компания реализует через уполномоченных дистрибуторов в разных странах мира.

В каталоге TDK Electronics (TDK-Europe) 2020 года представлены следующие категории продуктов:

- алюминиевые электролитические конденсаторы (восемь групп приборов);
- керамические конденсаторы (семь групп компонентов), в числе которых многослойные, высоковольтные, специализированные для магнетронов и патентованные CeraLink®;
- плёночные конденсаторы (пять групп продуктов) – металлические полиэстеровые, для переменного тока, в том чис-

ле пусковые, для работы двигателей переменного тока, металлопропиленовые, для подавления электромагнитных помех;

- компоненты для помехоподавляющих фильтров и корректоров коэффициента мощности (более 15 групп продуктов), в том числе патентованные PhaseCap®, DeltaCap™, PhiCap™, HomeCap для повышения эффективности энергопотребления силовых установок;
- конденсаторы для силовой электроники (более 20 серий приборов) – общего назначения, для сетей постоянного тока с низким ESL, для преобразователей частоты, для фильтров переменного тока, источников бесперебойного питания;
- высокочастотные компоненты (восемь групп компонентов) – фильтры, диплексеры, балуны, направленные ответвители, антенны, изоляторы и ВЧ-модули;
- датчики и системы датчиков (17 групп продуктов) – термисторы, датчики уровня, температуры, давления, влажности, магнитного поля, угла и МЭМС различного назначения;
- защитные устройства – от превышения напряжения, тока и температуры электронных устройств и схем;
- переключатели, пьезокомпоненты, зуммеры, микрофоны, нагревательные элементы (14 групп компонентов);
- индуктивные компоненты (катушки, дроссели);
- трансформаторы (восемь групп продуктов) – для DC/DC- и AC/DC-преобразователей, для схем с IGBT/FET, LAN-модулей, для SMT датчиков тока, для корректоров коэффициента мощности, повышающие трансформаторы;
- компоненты защиты/подавления электромагнитных помех – для предохранения от ЭМП линий данных, сигналов и цепей питания электронных схем;
- ферриты и аксессуары для их применения – ферритовые сердечники различных трансформаторов и индуктивных элементов – выпускаются под торговыми марками TDK и EPCOS;
- магниты (ферритовые и неодимовые);
- устройства для беспроводной передачи электроэнергии – катушечные блоки и модули, NFC-антенны;

- компоненты для реализации технологии холодной плазмы – компания реализует эту технологию с помощью запатентованных компонентов CeraPlas™ (преобразователь напряжения и генератор плазмы в одном компоненте), Piezobrush®, Plasmabrush®, Plasmacell, Plasmatool;
- перезаряжаемые батареи – запатентованная аккумуляторная твердотельная SMD батарея CeraCharge™ с напряжением 1,5 В в компактном корпусе 4,4×3×1,1 мм, предназначенная для устройств IoT, часов, систем сбора энергии окружающей среды и т. п.

В категорию «другие» компания внесла такие продукты, как шумопоглощающие и магнитные листы (для безэховых камер и экранированных помещений), прозрачные проводящие плёнки, флеш-накопители, микромодули, солнечные батареи, блоки питания. Компания также разрабатывает и производит микросхемы специального назначения (ASIC). В каталоге TDK-Lambda Russia 2020 года продукты компании представлены в следующих категориях: AC/DC-преобразователи, DC/DC-преобразователи, программируемые источники питания, фильтры и дополнительные продукты.

В 2019 году TDK Electronics представила ряд новинок в категории «Алюминиевые электролитические конденсаторы» для источников питания, автомобильной электроники и устройств, применяемых в тяжёлых условиях эксплуатации. Особенности некоторых серий таких конденсаторов рассматриваются в настоящей статье.

Алюминиевые электролитические конденсаторы широко применяются практически во всех источниках и системах питания радиоэлектронной аппаратуры. Алюминиевые электролитические конденсаторы TDK и EPCOS давно заслужили признание потребителей и производителей радиоэлектронной аппаратуры как высоконадёжные долговечные изделия. TDK Electronics для уже перечисленных приложений выпускает конденсаторы в различных корпусах и конструктивных исполнениях под торговой маркой EPCOS.

Алюминиевые электролитические конденсаторы с винтовыми терминалами выпускаются на номинальные напряжения 16–100 В (ёмкости 10 000–680 000 мкФ), 200–600 В (680–33 000 мкФ). Полезный срок службы конденсаторов составляет 5000–12 000 ч и более, рабочая температура до +105°C. Конденсаторы этого типа широко применяются в источниках питания промышленного назначе-



Рис. 2. Конденсатор серии B43707

ния и радиоэлектронной аппаратуре специального назначения.

В 2019 году компания представила новые серии B43707 и B43727 конденсаторов с винтовыми терминалами в компактных корпусах, предназначенных для устройств ветровой и солнечной энергетики, промышленных источников питания и источников бесперебойного питания. Основными особенностями конденсаторов являются:

- высокая надёжность и устойчивость к пульсациям тока;
- полностью сварная конструкция, обеспечивающая надёжные внутренние контакты;
- доступные исполнения с возможностью монтажа на теплоотводы и защитой от неправильной полярности подключения;
- соответствие требованиям директивы RoHS.

Конденсаторы данных серий выпускаются на номинальные напряжения 400–450 В (пиковое превышение $1,1 U_{ном}$), ёмкость конденсаторов от 18 000 до 18 000 мкФ, диапазон рабочих температур от –40 до +85°C, срок службы не менее 12 000 ч. Среди других характеристик стоит отметить следующие: эквивалентная последовательная индуктивность менее 13 нГн, вибростойкость по стандарту IEC 60068-2-6 (5g, 0,35 мм, 10–55 Гц), допустимый ток пульсаций 35–74 А. Габариты и вес конденсаторов зависят от их ёмкости, минимальные – длина 86 мм, диаметр 51 мм, максимальные – 220 мм и 77 мм соответственно. Винтовые терминалы для крепления имеют резьбу M5 и M6. Внешний вид конденсатора B43707 10 000 мкФ × 400 В показан на рисунке 2.

Весьма интересны высоковольтные конденсаторы серий B43700, B43720 с длительным сроком службы, предназначенные для тех же областей применения, что и рассмотренные ранее конденсаторы серий B43707, B43727.



Рис. 3. Конденсатор серии B43516

Номинальные напряжения конденсаторов 550 В и 600 В, диапазон ёмкостей от 680 до 10 000 мкФ, основные характеристики примерно такие же, как у рассмотренных выше, габариты от 51,6×80,7 мм (680 мкФ × 600 В) до 90×220 мм (10 000 мкФ × 550 В).

В группу алюминиевых электролитических конденсаторов с четырьмя-пятью защёлкивающимися клеммами входят шесть серий приборов на номинальные напряжения 350, 385, 400, 450 и 500 В, диапазон ёмкостей конденсаторов составляет от 220 до 3300 мкФ. В качестве примера рассмотрим особенности конденсаторов этой группы серий B43516 (см. рис. 3) и B43526. В области применения данных конденсаторов, помимо перечисленных выше, входит и медицинская аппаратура. Терминалы конденсаторов выполнены в виде четырёх металлических защёлок длиной 6,3 мм, подлежащих пайке в отверстиях печатных плат, два терминала соединены с плюсом и минусом конденсаторов. Рабочий диапазон температур конденсаторов от –40 до +85°C, срок службы при максимальной температуре и номинальном напряжении составляет не менее 3000 ч, вибростойкость – как у описанных ранее серий приборов.

Группа конденсаторов с двумя защёлкивающимися выводами представлена почти двумя десятками серий приборов с диапазонами рабочих температур от –40 до +105°C, рабочими напряжениями 10–100 В, 200–600 В и ёмкостями от 47 до 68 000 мкФ. Рекомендуемые области применения конденсаторов серии B43548: сервопривод, преобразователи частоты, инверторы солнечных батарей, источники бесперебойного питания, медицинская аппаратура, профессиональные источники питания. Конденсаторы серии выпускаются на напряжения 400–500 В, диапазон ёмкостей 68–820 мкФ.

Конденсаторы серий B43415, B43416 для импульсных приложений могут най-



Рис. 4. Конденсатор серии B41605



Рис. 5. Конденсатор серии B41692



Рис. 6. Конденсатор серии B41789



Рис. 7. Конденсатор серии B41897

ти применение в медицинской аппаратуре и профессиональных фотовспышках. Приборы серии B43415 с выводами

для пайки выпускаются с ёмкостями от 1000 до 6600 мкФ, серии B43416 с защёлкивающимися выводами – от 200 до 1500 мкФ. Все конденсаторы выпускаются на напряжения 300–500 В и обеспечивают не менее 100 000 циклов разряда.

В группу алюминиевых конденсаторов увеличенных размеров (Large Size Capacitors) входят приборы серий B41605, B43268, B43649 с диапазонами рабочих температур –55...+125, –40...+105 и –25...+105°C соответственно. Конденсаторы этой группы выпускаются на напряжения 25–63 В, 400–500 В и 450 В, ёмкости от 68 до 27 000 мкФ. Особенности конденсаторов рассмотрим на примере приборов серии B41605 (см. рис. 4). Конденсаторы серии B41605 предназначены для применения в высоконадёжном оборудовании автомобильных систем управления двигателями, а также в приложениях с большими токами пульсаций и высокими частотами. Конденсаторы характеризуются большим сроком службы (более 5000 ч при T = +125°C, более 20 000 ч при T = +85°C, более 500 000 ч при T = +40°C), большим допустимым током пульсаций на высоких частотах, высокой вибростойкостью (до 40g) и удовлетворяют требованиям автомобильного стандарта AEC-Q200. Конденсаторы выпускаются на напряжения 25–63 В и ёмкости от 2000 до 27 000 мкФ, эквивалентное последовательное сопротивление (ESR) на разных частотах и допустимый переменный ток на частоте конденсаторов определяются их ёмкостью, температурой корпуса и рабочим напряжением. Например, для конденсатора 27 000 мкФ × 25 В (габариты 35×50 мм) ESR = 11 мОм при T = +20°C, допустимый переменный ток на частоте 10 кГц не менее 10 А при T = +125°C.

Несколько серий конденсаторов выпускаются с аксиальным и звёздообразным расположением выводов (серии B41692, B41792, B41689, B41789, B41690, B41790, B41693, B41793, B43693, B43793). Все приборы группы отличаются широким диапазоном рабочих температур –40/55...+140/150°C. Рабочие напряжения составляют от 25 до 250 В, ёмкости – от 47 до 10 000 мкФ. Особенности конденсаторов этой группы рассмотрим на примере приборов серий B41692 (см. рис. 5), B41792 и B41689, B41789 (см. рис. 6). Конденсаторы с аксиальными выводами серии B41692 и звёздообразным расположением выводов для пайки в отверстия печатных плат серии B41792 предназначены для применения в автомобильной электронике. Приборы отличаются высокими термо- (–55...+140°C) и вибро-

стойкостью (до 60g при фиксации к плате клеем или биндажом), большим сроком службы (более 2000 ч при T = +140°C), большим допустимым током пульсаций. Конденсаторы выпускаются на напряжения 25, 40, 63 и 75 В, ёмкости составляют от 360 до 10 000 мкФ, длина и диаметр корпусов – 25–49 мм и 12–21 мм соответственно. Эквивалентная последовательная индуктивность (ESL) зависит от типоразмеров корпусов и варьируется в пределах от 6 нГн (30×14 мм) до 50 нГн (49×21 мм). ESR определяется типоразмером, рабочим напряжением и ёмкостью. Например, конденсатор 360 мкФ × 63 В имеет ESR = 189 мОм (на частоте 100 Гц при T = +20°C), а конденсатор 10 000 мкФ × 25 В – 23 мОм.

Приведём отличающиеся характеристики аналогичных по конструкции и назначению конденсаторов серий B41689, B41789: рабочие напряжения 25, 40 и 63 В, ёмкости от 360 до 4500 мкФ, диапазон рабочих температур –55...+150°C, ESR от 23 мОм (4500 мкФ × 25 В) до 173 мОм (360 мкФ × 63 В), отличаются и типоразмеры корпусов.

Компания выпускает более 10 серий несимметричных электролитических конденсаторов (неизолированные корпуса) с диапазоном рабочих температур –55/40...+105/150°C, номинальными напряжениями 10–100 В, 160–450 В и ёмкостями от 2,2 до 12 000 мкФ. Рассмотрим особенности приборов этой группы на примере серии B41897 (см. рис. 7). Конденсаторы данной серии предназначены для применения в автомобильной электронике и источниках питания для тяжёлых условий эксплуатации. Изделия характеризуются ультракомпактной конструкцией, широким диапазоном рабочих температур (до +150°C) и большим сроком службы (3000 ч при T = +135°C). Рабочие напряжения приборов – 25, 40, 63 и 75 В, ёмкости – от 270 до 12 000 мкФ. Конденсаторы отличаются высокой вибростойкостью (20g в диапазоне 10 Гц – 2 кГц, максимальная амплитуда качания по длине 1,5 мм), большим допустимым током пульсаций (1,6–6,4 А на частоте 100 кГц при T = +125°C) и малым значением ESR (21–73 мОм на частоте 100 кГц при T = +20°C).

Литература

1. Официальный сайт компании TDK Electronics. URL: <https://www.tdk-electronics.tdk.com/en>.
2. Официальный сайт компании TDK-Lambda. URL: <https://www.emea.lambda.tdk.com/ru/>.

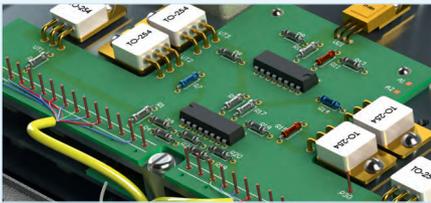


НОВОСТИ МИРА

**ALTIUM ПОДНИМАЕТ
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И
ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ
НА НОВЫЙ УРОВЕНЬ**

Компания Altium Limited объявляет о доступности **Altium 365** – первой в мире облачной платформы для проектирования и изготовления печатных плат. Данная платформа готова полностью изменить электронную промышленность, делая доступной недостижимую ранее бесперебойную совместную работу между проектировщиками, производителями печатных плат, а также поставщиками компонентов по мере разработки проекта.

Altium 365 эффективно работает с Altium Designer – отраслевым стандартом в области проектирования печатных плат, что обеспечивает лучшие средства совместного проектирования и производства печатных плат. Благодаря возможностям платформы команды проектировщиков могут значительно сократить недопонимания, количество циклов повторных работ и сроки вывода изделий на рынок.



Благодаря возможностям Altium 365 пользователи могут объединить заинтересованных лиц и участников по своему выбору (даже тех, у кого нет Altium Designer), сохраняя при этом контроль над своими проектами и интеллектуальной собственностью. Данная облачная платформа предоставляет совершенно новый способ публикации, визуализации и контроля печатной платы для всех заинтересованных сторон: от руководителей проектов до производителей печатных плат. В то же время другие проектировщики могут подключаться к той же печатной плате с Altium Designer для внесения изменений.

Команды могут создавать проекты, библиотеки и собирать участников в одном месте, а также обмениваться ссылками на свои проекты для совместной работы в режиме реального времени. Проекты доступны в любое время, на любом устройстве, в любом месте. Благодаря использованию специализированных CAD-решений, проектные данные можно хранить таким образом, чтобы сделать проекты, файлы и историю версий доступными и лёгкими для навигации в веб-браузерах.

**ВАШ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОПУТЧИК!****Полосковые дисплеи для транспорта**

- ЖК-дисплеи серии SPANPIXEL™ с яркостью до 3000 кд/м²
- Размеры по диагонали от 6,2 до 65"
- Разрешение до 4K2K
- Угол обзора 178° (во всех плоскостях)
- Диапазон рабочих температур (некоторых моделей) –30...+85°C
- Возможна разработка под заказ
- Ресурс до 100 000 часов

PROCHIP
POWERED BY PROSOFT

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

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



В Altium 365 есть встроенная возможность совместного проектирования между областями проектирования электронной и механической частей изделия благодаря собственной интеграции с PTC Creo®, Dassault Systèmes® SolidWorks™ и Autodesk Inventor®. Теперь ECAD- и MCAD-проектировщики могут взаимодействовать эффективнее, чем когда-либо прежде.

Altium 365 также помогает оптимизировать производственный процесс. Проекты могут быть собраны и переданы внутренним и внеш-

ним заинтересованным лицам с помощью простой веб-ссылки, доступ к которой можно получить через любую платформу на любом устройстве, подключённом к Интернету.

Реализация возможности публикации и совместного использования через облако в мощной настольной САПР печатных плат позволяют Altium сделать большой скачок в объединении электронной промышленности.

Более подробно о Altium 365 + Altium Designer 20 можно узнать на сайте компании Altium.

Микросхемы сверхоперативной ОЗУ памяти от GSI Technology

Евгений Павлюкович (y.pauliukovich@semicom.by)

Многим разработчикам из стран СНГ хорошо известны такие производители статической ОЗУ памяти (SRAM), как Cypress, ISSI, Renesas, Alliance Memory, IDT. Но немногие знают лидера этого рынка – GSI Technology. Возможно, причина кроется в том, что GSI специализируется на производстве только этого типа памяти и до недавнего времени не имела локального представительства в СНГ.

Введение

GSI Technology основана в 1995 г. в Купертино (штат Калифорния, США). Компания разрабатывает только высокопроизводительную память большого объёма с очень высокой скоростью доступа к случайной ячейке во всём адресном пространстве (Transaction Rate), низкой задержкой, широкой полосой пропускания (Data Bandwidth), высокой частотой тактирования и низким энергопотреблением, а также обладает репутацией производителя, который выпускает микросхемы с необычно длительным сроком жизни, коротким сроком поставки и высоким уровнем технической поддержки.

Штаб-квартира GSI располагается в Кремниевой долине, офисы и представительства размещены по всему миру. Офис, отвечающий за работу с заказчиками из Европы и России, находится в Израиле. Локальный офис, работающий с компаниями из СНГ, расположен в Минске. Техническая поддержка по микросхемам находится в Атланте (штат Джорджия, США), а по детекторам машинного зрения – в Израиле.

Высокая производительность

Термин «высокая производительность» можно трактовать по-разному. Интересно, как на рынке сетевого оборудования менялось его понимание. Раньше основным параметром статической памяти была задержка чтения (Read Latency) между тем, как адрес отправлен, и тем, когда данные были выданы из памяти. Задержка записи не принимается в расчёт, так как она примерно одинаковая у SRAM и DRAM (DDR2/3/4/5). Затем производители памяти сконцентрировали своё внимание на достоверности данных и частоте тактирования. Дело в том, что с увеличением объёма информации, которую необходимо сохранять в SRAM, производители сетевого оборудования начали оценивать память по полосе пропускания.

С появлением быстрого Интернета возросло значение времени, затраченного на обработку запроса коммутатора к серверу. И тогда стало очевидным, что полоса пропускания не является самым критичным параметром. Основная задержка вызвана временем ожидания ответа о наличии информации по указанному адресу. Чем быстрее коммутатор будет опрашивать адреса, тем

более высокой производительностью будет обладать система.

Таким образом, для понимания сути термина «высокая производительность» в настоящее время необходимо обращать внимание на оба этих параметра: полосу пропускания и скорость доступа. GSI Technology, как и другие производители, стремится в каждом новом семействе увеличить производительность как минимум вдвое (см. рис. 1).

Период жизни микросхем

На рисунке 2 представлена история создания и обновления микросхем GSI, начиная с момента основания компании и до настоящего времени. Согласно внутренней политике, компания не снимает с производства новую микросхему в течение первых 7 лет. На самом деле, срок жизни некоторых микросхем гораздо дольше. С целью уменьшения себестоимости и внесения улучшений выпускаются новые релизы, но изготовление предыдущего продолжается ещё некоторое время, предоставляя потребителю возможность для адаптивного перехода.

Например, микросхема GS832 с начала производства в конце 2001 г. претерпела всего один рестайлинг в 2011 г., её обновлённая версия, GS832A, выпускается по настоящее время. В большинстве случаев оптимальные параметры удаётся получить уже во втором релизе. GSI стремится сделать всё возможное, чтобы обеспечить полную преемственность, сохраняя тип корпуса, расположение выводов и программное обеспечение. При выпуске каждого последующего релиза инкрементируется всего лишь один символ в десятичном номере модели.

Технология производства

GSI Technology является fabless-компанией и не обладает собственными фабриками по производству пластин, кристаллов или корпусов. Для производства микросхем компания работает в кооперации с известными тайваньскими фабриками TSMC и PTC. На территории фабрик работают штатные операционисты GSI Technology, которые координируют производство и осуществляют отправку образцов потенциальным потребителям. Микросхе-



Рис. 1. Эволюция SRAM

Таблица 1. Зависимость корпуса от объёма памяти

Тип корпуса	NBT SyncBurst	SigmaQuad-II/II+, SigmaDDR-II/II+	Размеры корпуса
165-BGA 15×13 мм	9 Мбит	–	
	18 Мбит	18 Мбит	
	36 Мбит	36 Мбит	
	–	72 Мбит	
	144 Мбит	–	
288 Мбит	–		
165-BGA 17×15 мм	72 Мбит	–	
	–	144 Мбит	
	–	288 Мбит	

большого объёма – до 288 Мбит во всех семействах. Если в качестве примера взять семейства, NBT или SyncBurst, которые широко применяются в среднепроизводительных системах и радиолокации, то ближайшие аналоги обладают в 4 раза меньшим объёмом – до 72 Мбит. Ни один другой производитель не выпускает статическую память объёмом 288 Мбит.

Большой объём не всегда означает применение большого корпуса. Из таблицы 1 видно, что микросхемы семейства NBT и SyncBurst объёмом 144 Мбит и 288 Мбит выпускаются в меньшем корпусе, чем 72 Мбит. На сегодняшний день корпус 165-BGA 15×13 мм является самым компактным корпусом у всех производителей. GSI Technology является единственным производителем статической памяти, который поставяет микросхемы в BGA-корпусах с содержанием свинца.

Кроме классической статической памяти, GSI производит псевдо-SRAM – Low Latency DRAM-II объёмом 144 Мбит и 288 Мбит с временем доступа, не превышающим 15 нс. Из сравнительной таблицы 2 видно, что задержка чтения динамической DDR2/3/4/5 памяти значительно ниже, чем у LLD RAM-II. Для сравнения также приведена задержка чтения синхронной статической SRAM-памяти, которая не превышает 5–6 нс. Именно преимущество в скорости доступа и задержке чтения оправдывает высокую стоимость статической памяти в сравнении с DDR2/3/4/5. По соотношению цена/производительность семейство LLD RAM-II

является компромиссным выбором между SRAM и DRAM.

Логика составления десятичных номеров микросхем GSI предельно проста:

1. асинхронная память начинается с «7», синхронная – с «8», а LLD RAM-II – с «4»;
2. следующие одна, две или три цифры указывают на объём:
 - a) поскольку к каждому восьмому биту синхронной SRAM добавляется девятый бит чётности, то фактический объём GS816x будет 18 Мбит, а не 16, как указано в десятичном номере;
 - b) для второго поколения SigmaQuad-II/II+ и SigmaDDR-II/II+ число инкрементируется ещё на два, например десятичный номер SigmaQuad 72 Мбит – GS866x, а SigmaBurst такого же объёма будет GS864x;
 - c) если в микросхеме реализован блок коррекции ошибок ECC, то число инкрементируется ещё на единицу;
3. десятичные номера семейств SigmaQuad-II/III/IV и SigmaDDR-II/III/IV в четвёртом символе имеют значения «2», «3» и «4» соответственно.

В таблицах 3–7 приведена расшифровка десятичного номера GS8662D38CGD-633IT.

Не останавливаясь подробно на каждом семействе, необходимо отметить, что GSI Technology является единственным производителем, который выпускает SRAM третьего поколения SigmaQuad-III и SigmaDDR-III. Также GSI является единственной компанией, которая производит микросхемы такого класса для температурных диапазонов от –40 до +125°C и от –55 до +125°C с гарантией последую-

Таблица 2. Сравнение производительности ОЗУ

Семейство ОЗУ	Максимальная скорость доступа	Задержка чтения	Максимальная полоса пропускания
SigmaQuad/DDR многобанковая	2,66 млрд транзакций/с @ 1333 МГц (non-random)	5–6 нс	192 Гбит/с (x36)
SigmaQuad/DDR однобанковая	1,866 млрд транзакций/с @ 933 МГц (random)	5–6 нс	134 Гбит/с (x36)
NBT/SyncBurst однобанковая	400 млн транзакций/с @ 400 МГц (random)	5–6 нс	14,4 Гбит/с (x36)
LLDRAM-II многобанковая	533 млн транзакций/с @ 533 МГц (non-random), 66,6 млн транзакций/с @ 533 МГц (random)	15 нс	38,4 Гбит/с (x36), 4,8 Гбит/с (x36)
DDR2/3/4/5 многобанковая	400 млн транзакций/с @ 1600 МГц (non-random), 22 млн транзакций/с @ 1600 МГц (random)	13–15 нс 40–45 нс	51,2 Гбит/с (x16), 2,8 Гбит/с (x16)

щего производства в течение 10 лет после размещения каждого нового заказа. Из других полезных опций, которые могут пригодиться отечественным разработчикам, можно выделить возможность заказа всех микросхем из одной партии и изготовление по индивидуальным требованиям заказчика. На сегодняшний день ни один другой производитель не может предложить подобной гибкости. При этом ни одна из коммерческих, промышленных и микросхем с расширенным температурным диапазоном GSI Technology не попадает под экспортные ограничения США или Европейского союза.

С 2019 года компания начала выпуск радиационно стойких микросхем NBT, SyncBurst и SigmaQuad-II+ в двух исполнениях: Rad-Hard и Rad-Tolerant. Функционально микросхемы этих исполнений являются полными аналогами. Микросхемы Rad-Hard выпускаются в керамических корпусах, что в конечном итоге приводит к более высокой степени надёжности и вместе с тем – к необходимости получения экспортных лицензий. На микросхемы Rad-Tolerant лицензии или другие документы, ограничивающие их применения, не требуются. Основные характеристики радиационно стойких микросхем приведены в таблице 8.

Микросхемы Rad-Hard и Rad-Tolerant изготавливаются по 40-нм технологии и успешно прошли сертификацию на соответствие требованиям QML-Q и QML-V по процедурам, изложенным в спецификации MIL-PRF-38535. Техническую доку-

Таблица 3. Раскадровка десятичного номера GS8662D38CGD-633IT

GS	8	66	2	D	38	C	GD	-	633	I		T
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12/13	14

Таблица 4. Расшифровка десятичного номера GS8662D38CGD-633IT

№ ячейки	Параметр	Вариации параметра	Расшифровка конкретного примера
1	Принадлежность к компании	GS	GSI
2	Тип памяти	4: LDRAM-II 7: асинхронный тип 8: синхронный тип	Синхронный тип
3	Объём памяти	См. таблицу 5 «Объём памяти ИС GSI»	72 Мбит
4	Семейство SRAM	2: SigmaQuad-II/II+ или SigmaDDR-II/II+ 3: SigmaQuad-III или SigmaDDR-III 4: SigmaQuad-IV или SigmaDDR-IV	SigmaQuad-II/II+
5	Функции	См. таблицу 6 «Функции ИС GSI»	SigmaQuad B4
6	Шина данных	6, 7, 8: x8 9: x8 (только для LDRAM-II) 9, 10, 11: x9 (только для SigmaQuad/DDR) 16, 17: x16 (только для асинхронной SRAM) 18, 19, 20, 21: x18 24: x24 (только для асинхронной SRAM) 32: x32 (только для асинхронной SRAM) 36, 37, 38, 39: x36 72, 73: x72 (только для NBT и SyncBurst)	x36
7	Релиз микросхемы	Пусто: 1-ый релиз A: 2-ой релиз B: 3-ий релиз C: 4-ый релиз	4-й релиз
8	Корпус	См. таблицу 7 «Корпуса ИС GSI»	Green 13x15 мм, 165-FPBGA
9	–		
10	Максимальная частота тактирования	XX: МГц или нс	633 МГц
11	Диапазон рабочих температур	Пусто: коммерческий 0...+70°C, I: промышленный –40...+85°C, E: расширенный –40...+125°C, M: военный –55...+125°C	Индустриальный –40...+85°C
12	При изготовлении по индивидуальным требованиям	Пусто: без индивидуальных требований, V: напряжение питания и тактирования 1,8 В, X: специальное обозначение не из каталога	Без индивидуальных требований
13	Квалификационный статус	Пусто: квалифицированный, ES: инженерные образцы	Испытания пройдены
14	Упаковка	Пусто: в пакетике, T: на паллете или в катушке	На паллете или в катушке

Таблица 5. Объём памяти ИС GSI (приложение к таблице 4)

Тип памяти	Значение ячейки 3 таблицы 4	Описание
Для асинхронной SRAM	0	256 Кбит
	1	1 Мбит
	2	2 Мбит
	3	3 Мбит
	4	4 или 4,5 Мбит
	6	6 Мбит
Для SigmaQuad/DDR	8	8 или 9 Мбит
	18	16 или 18 Мбит
	34	32 или 36 Мбит
	66	64 или 72 Мбит
	67	64 или 72 Мбит
	130	128 или 144 Мбит
Для NBT и SyncBurst	131	128 или 144 Мбит
	258	256 или 288 Мбит
	4	4 или 4,5 Мбит
	8	8 или 9 Мбит
	16	16 или 18 Мбит
	32	32 или 36 Мбит
	36	32 или 36 Мбит
	64	64 или 72 Мбит
	68	64 или 72 Мбит
	128	128 или 144 Мбит
Для LDRAM-II	130	128 или 144 Мбит
	288	288 Мбит
	576	576 Мбит

Таблица 6. Функции ИС GSI (приложение к таблице 4)

Тип памяти	Значение ячейки 5 таблицы 4	Описание
Для SigmaQuad/DDR	D	SigmaQuad B4
	DT	SigmaQuad B4 (Weak/Strong ODT)
	DV	2.5 V SigmaQuad B4
	E	LV and HV HSTL
	H	HV (1.5 V) HSTL
	L	LV (1.2 V) HSTL
	P	POD
	Q	SigmaQuad B2
	QT	SigmaQuad B2 (Weak/Strong ODT)
	QV	2.5 V SigmaQuad B2
	R	SigmaDDR B4
	S	SigmaSIO DDR
Для NBT и SyncBurst	T	SigmaDDR B2
	TT	SigmaDDR B2 (Weak/Strong ODT)
	DW	Double Late Write
	E	Dual Cycle Deselect (DCD)
	F	Flow Through Only
	H	High Drive Output
	L	Low Drive Output
	LW	Late Write
Для LDRAM-II	Z	No Bus Turnaround
	C	Общая шина данных
	S	Отдельные шины данных для чтения и записи

Таблица 7. Корпуса ИС GSI (приложение к таблице 4)

Значение ячейки 8 таблицы 4	Описание
B	14x22 мм, 119-BGA
C	14x22 мм, 209-FPBGA
D	13x15 мм, 165-FPBGA
E	15x17 мм, 165-FPBGA
K	14x22 мм, 260-BGA
U	6x8 мм, 48-FPBGA
X	6x10 мм, 48-FPBGA
CE	21x25 мм, 165-CCGA (Rad-Hard)
CQ	Ceramic QFP (Rad-Hard)
GB	Green 14x22 мм, 119-BGA
GD	Green 13x15 мм, 165-FPBGA
GE	Green 15x17 мм, 165-FPBGA
GK	Green 14x22 мм, 260-BGA
GL	RoHS-compliant (6/6) 144-µBGA
GM	RoHS-compliant (6/6) 144-FBGA
GT	Green TQFP
LE	21x25 мм, 165-CLGA (Rad-Hard)
RE	165-LBGA (Rad-Tolerant)

ментацию можно загрузить с сайта производителя.

Выход на рынок радиационно стойких микросхем памяти GSI несомненно стал значимым событием в отрасли, поскольку объём и производительность новых микросхем многократно превосходят имеющиеся предложения от других производителей. Основными применениями для своих микросхем компания видит датчики звёздного неба, приёмо-передающие устройства телеметрии, вычислители для дистанционного зондирования Земли, а также датчиков-преобразующую аппаратуру для ракетно-космической техники.

IP-контроллер для ПЛИС

Асинхронная память не требует разработки IP-контроллера, как правило, он уже аппаратно реализован в процессоре. Однако совсем по-другому обстоят дела с синхронной памятью. Практически в каждом изделии SRAM применяется в качестве внешней памяти для ПЛИС и управляется с помощью IP-контроллера.

Для среднепроизводительной памяти NBT и SyncBurst контроллер является относительно простым в адаптации, его можно скачать с веб-страницы каждой микросхемы и адаптировать под свою систему. IP-контроллеры для SigmaQuad и SigmaDDR требуют более тонкой настройки. Поскольку GSI производит микросхемы с наивысшими техническими показателями, компания хочет быть уверенной, что её клиенты получают максимум возможностей от применяемых микросхем. По этой причине GSI предоставляет уже адаптированный контроллер под конкретную задачу клиента. Средний срок подготовки контроллера составляет около 2 недель. Контроллер поставляется в виде исходного кода на

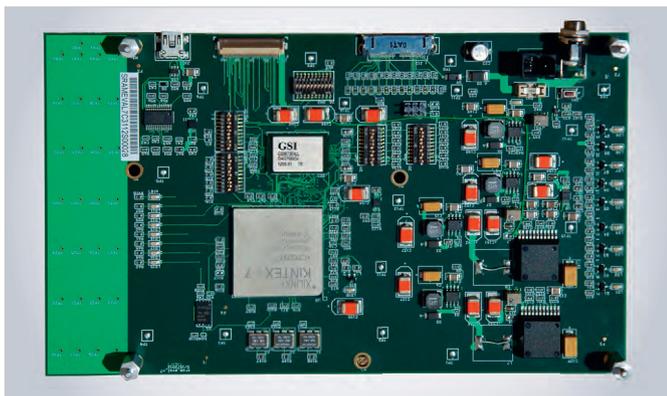


Рис. 4. Отладочная плата для SigmaQuad-II+

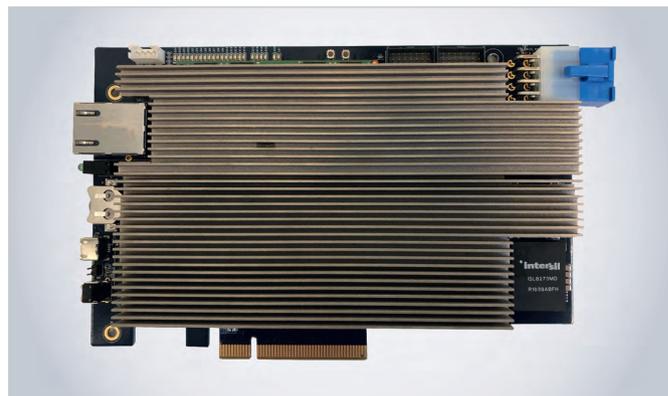


Рис. 5. Нейросетевой детектор от GSI

Таблица 8. Радиационно стойкие микросхемы

Параметры	Rad-Hard	Rad-Tolerant
Объём, Мбит	288/144/72 (SigmaQuad-II+), 144/72/36 (NBT и SyncBurst)	
Частота, МГц	350/250 (SigmaQuad-II+), 333/250 (NBT и SyncBurst)	
Разрядность	x18/x36	
Корпус	165-CCGA (SigmaQuad-II+), 165-LGA (SigmaQuad-II+), 100 Ceramic QFP (SyncBurst и NBT)	165-LBGA (SigmaQuad-II+), 100-TQFP (SyncBurst и NBT)
Общая накопленная доза	>300 крад	>50 крад
Защита от тиристорного эффекта	80 МэВ·см ² /мг (+125°C)	42,2 МэВ·см ² /мг (+125°C)
Экспортный код (ECCN)	9A515 (лицензия)	3A991.a.2.b

языке программирования ПЛИС Verilog или VHDL и сопровождается инструкцией по его настройке.

В настоящее время разработаны IP-контроллеры для ПЛИС производства Xilinx, а именно Virtex, Kintex и Zynq серий 6 и 7, Ultrascale и Ultrascale+, а также для радиационно стойких ПЛИС Xilinx Virtex 5/SIRF и Microsemi RTG4. Все контроллеры тестируются на отладочных платах собственного производства GSI (см. рис. 4).

В качестве примера использования микросхемы GSI предоставляет электрическую схему, топологию и перечень элементов отладочной платы собственного производства. Также на веб-странице микросхемы доступны для скачивания модели ModelSim, Test Bench и IBIS. По запросу предоставляются отчёты о надёжности FIT или MTTF.

Детектор для машинного зрения

В настоящее время компания сконцентрировала свои усилия на развитии нового продукта – нейросетевого детектора для искусственного интел-

лекта – Associative Processing Unit (APU). На рисунке 5 представлен внешний вид устройства.

В системах машинного зрения всё больше увеличиваются требования к количеству и скорости одновременно распознаваемых объектов. Несмотря на то что для реализации большинства приложений достаточно производительности микроконтроллера, требования к системе критически возрастают, когда необходимо идентифицировать несколько десятков, сотен, а порой и тысяч новых объектов в режиме реального времени. При этом размер базы данных может достигать нескольких миллиардов характеристических векторов. В качестве примера можно упомянуть задачу распознавания людей и их поведения в толпе в системе «Умный город».

Традиционные решения для поиска схожих векторов из базы с вектором нового объекта реализованы на базе CPU. Однако из-за ограничений, присущих аппаратной архитектуре CPU, операции сравнения выполняются последовательно в каждом ядре. Ввиду ограниченного количества ядер производительность всей системы существенно снижается. Для достижения необходимой скорости компании вынуждены закупать новые сервера и масштабировать систему, что в конечном итоге приводит к значительному удорожанию проекта и снижает надёжность сервера.

В отличие от CPU детектор от GSI Technology реализован на базе ячеек SRAM-памяти и благодаря внутреннему ALU может выполнять любую булеву функцию с каждой ячейкой независимо. Можно утверждать, что детектор состоит из нескольких миллионов малых процессоров, достаточных для одновременной обработки до 10 000 запросов поиска. Принимая во внимание этот факт, а также то, что вся база данных хра-

нится во внутреннем кэше, производительность APU в несколько десятков раз выше, чем у современного CPU. При этом потребляемая мощность в активном режиме в 3,5 раза ниже. Отсюда следует, что вместо того, чтобы нагружать основной процессор задачей поиска, целесообразней будет делегировать её в APU, что позволит получить результат значительно быстрее, сэкономит бюджет проекта и уменьшит потребляемую мощность сервера. Выходное сообщение APU содержит индексы наиболее схожих векторов из базы и расстояния до них. В детекторе реализована поддержка векторов в формате FP32x64/128/256/512/1024 и бинарной форме (64, 128, 256, 512, 1024, 2048, 4096).

В компании считают, что нейросетевые детекторы позволят значительно увеличить производительность не только инфраструктуры «Умного города», но и будут востребованы в электронной коммерции, биотехнологиях для виртуального скрининга, а также в обработке естественного языка. Более специфичными задачами, для которых GSI адаптирует детектор, являются классификация сигналов и ориентация беспилотных летательных аппаратов на местности (vision-based SLAM). Дополнительную информацию о детекторе можно получить на сайте GSI Technology.

Заключение

Подробный обзор микросхем памяти GSI и их технических характеристик выходит за рамки данной статьи. Тем не менее с уверенностью можно сказать, что широкий спектр выпускаемой продукции, а также её высокая надёжность и определённая уникальность делают GSI интересным выбором для разработчиков цифровой электроники.





Простой выбор источника питания

Компания XP Power предлагает широкий ряд стандартных и конфигурируемых устройств электропитания AC/DC и DC/DC. Источники питания сочетают подтверждённую надёжность с габаритами и ценой, соответствующими практически любому требованию.



Источники питания открытого типа

- от 5 до 350 Вт
- Компактная конструкция
- Сертифицированы для медицинского и ИТ-оборудования



Конфигурируемые источники питания

- от 25 до 5000 Вт
- Высокоэффективная конструкция
- Работа от одно- и трёхфазной сети
- Сертифицированы для медицинского и ИТ-оборудования



Для монтажа на DIN-рейку

- от 5 до 960 Вт
- Сверхкомпактные
- AC/DC- и DC/DC-преобразователи



Корпусированные источники питания

- от 25 до 5000 Вт
- Высокоэффективная конструкция
- Сертифицированы для медицинского и ИТ-оборудования



DC/DC-преобразователи

- от 0,25 до 750 Вт
- Монтаж в отверстия печатной платы и поверхностный монтаж
- Для железнодорожного и медицинского оборудования



Высоковольтные источники питания

- До 500 кВ и 200 кВт
- Конструкция модульного типа и для монтажа в стойку
- Входное напряжение переменное и постоянное



Предохранительно-исполнительный модуль для реле защиты трансформатора от ГИТ ЭМИ ЯВ

Владимир Гуревич (vladimir.gurevich@gmail.com)

В статье приведено описание дополнительных модулей, предназначенных для совместного применения с разработанным ранее электронным реле защиты силового трансформатора от геомагнитно-индуцированных токов (ГИТ), вызванных электромагнитным импульсом высотного ядерного взрыва (ЭМИ ЯВ).

Предлагаемый в статье предохранительно-исполнительный модуль (ПИМ) позволяет предотвратить отключение трансформатора вследствие кратковременных воздействий ГИТ или ложных срабатываний электронного реле, вызванных любыми причинами. Рассматривается элементная база ПИМ, обеспечивающая его максимальную надёжность.

Защита силовых трансформаторов в электрических сетях от повреждений, вызванных геомагнитно-индуцированными токами (ГИТ), протекающими в заземлённых нейтралях силовых трансформаторов под действием компонента Е3 электромагнитного импульса высотного ядерного взрыва (ЭМИ ЯВ), является важной и актуальной проблемой [1].

В статье [2] приведено подробное описание электронного реле защиты трансформаторов от ГИТ, разработанного автором, и портативного тестера для периодических проверок исправности этого реле. Разработанное электронное реле предназначено для автоматического кратковременного отключения силового трансформатора при возникновении постоянного тока в его нейтрали и имеет повышенную надёжность и помехоустойчивость. В принципе, этот ком-

плект позволяет полностью решить техническую проблему защиты силовых трансформаторов в электроэнергетике. Однако остаётся проблема, не связанная с техникой, существенно затрудняющая широкое применение этого реле в электрических сетях. Это психологическая проблема персонала электростанций и подстанций, обусловленная опасениями ложного срабатывания реле от какой-либо помехи и отключения силового трансформатора, к которому подключены несколько высоковольтных линий электропередач. Отключение мощного трансформатора с заземлённой нейтралью на подстанции, а тем более блочного трансформатора (нейтрали которых обычно всегда заземлены) на электростанции – это чрезвычайное происшествие, требующее расследования и составления соответствующих актов. Такие опасе-

ния персонала не беспочвенны. Предлагаемое реле должно воздействовать напрямую на высоковольтный выключатель трансформатора, при этом оно является нестандартным оборудованием, расположенным на открытом воздухе, вне закрытого помещения подстанции, и соединено напрямую с оборудованием подстанции посредством длинного контрольного кабеля, проходящего по территории подстанции (станции). На самом деле, разработанное реле [2] хорошо защищено от ложных срабатываний как от внешних электромагнитных полей, так и от импульсных помех, поступающих по контрольным кабелям, однако всегда есть место для сомнений, тем более когда речь идёт о нестандартном реле защиты.

В связи с обозначенной проблемой рекомендуется: во-первых, поэтапное введение предлагаемого реле в эксплуатацию, во-вторых, применение специального предохранительно-исполнительного модуля (ПИМ), предназначенного для исключения вероятности ложного срабатывания электронного реле защиты, расположенного в условиях воздействия факторов внешней среды и мощных электромагнитных помех.

На первом этапе (длительностью до одного года) предлагается включение выходных контактов реле лишь в цепь сигнализации, а не отключение трансформатора. Для этого рекомендуется использовать простейший дополнительный модуль (см. рис. 1), расположенный в шкафу или на панели на подстанции (или на станции). Целью этого этапа является подтверждение высокой помехоустойчивости (отсутствие ложных срабатываний в течение всего испытательного срока) и надёжности (срабатывание при периодической симуляции аварийного режима с помощью тестера-симулятора) электронного реле.

После успешного завершения первого этапа тестирования возможен переход ко второму этапу длительностью в несколько месяцев: введение в эксплуатацию дополнительного предохранительно-исполнительного модуля (ПИМ)

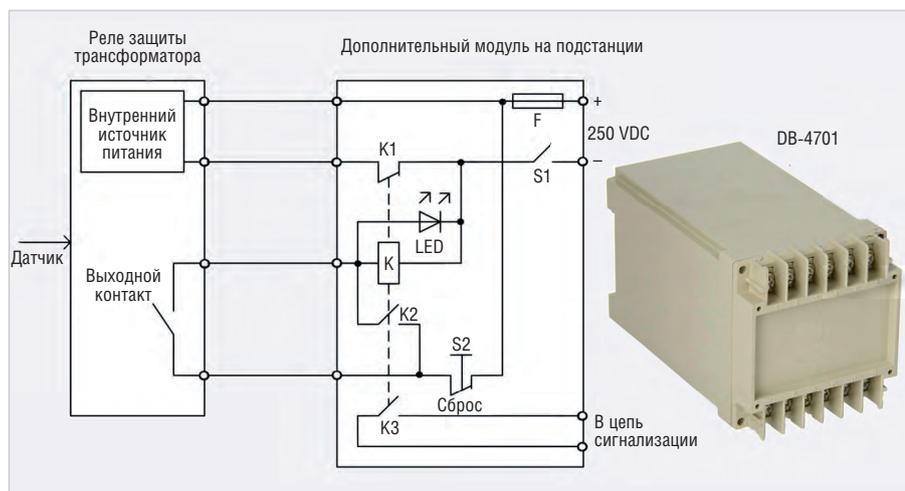


Рис. 1. Простейший дополнительный модуль, предназначенный для включения электронного реле защиты трансформатора на первом этапе ввода в эксплуатацию

на подстанции (станции) и проверка его надёжности. Этот модуль, разработанный автором, обеспечивает: автоматическую блокировку первого срабатывания реле защиты, выдержку времени в несколько секунд, перезагрузку реле защиты и ожидание второго срабатывания реле защиты в том случае, если сигнал с датчика, вызвавший его первое срабатывание, не исчез после выдержки времени и перезагрузки. Лишь после прохождения всех этих этапов ПИМ выдаст команду на отключение трансформатора.

Совершенно очевидно, когда речь идёт об очень мощной электромагнитной помехе (ЭМИ ЯВ), проникающей в аппаратуру и в виде всплеска электромагнитного поля, и в виде импульса высокого напряжения, поступающего на входы и выходы аппаратуры по проводам, ПИМ должен быть выполнен на электромеханических компонентах (см. рис. 2), а не на электронных микросхемах, как большинство современных контроллеров.

Разработанный автором ПИМ работает следующим образом. В ждущем режиме, когда отсутствует сигнал с датчика и выходной контакт реле защиты разомкнут, таймеры T1 и T2, а также реле K обесточены. Контакт T2.1 на отключение выключателя и контакт K3 на сигнализацию разомкнуты.

При срабатывании реле защиты по какой угодно причине и замыкании его выходного контакта подаётся питание из сети 250 В постоянного тока на таймер T1. Таймер начинает отсчёт времени. Через 4–5 с его контакт T1.1 размыкается, а T1.2 замыкается. Реле K включается и становится на автономное питание через свой контакт K2, а также подаёт питание на таймер T2 через контакт K1. Таймер T2 запускается, но сразу же прекращает отсчёт времени, поскольку после разрыва цепи питания реле защиты контактом T1.1 его выходной контакт размыкается. Схема возвращается в исходное состояние, кроме реле K, которое остаётся включённым, и его контактов K1, K2, K3, которые остаются замкнутыми. Поступает сигнал в цепь сигнализации.

Если после кратковременного разрыва и восстановления питания реле защиты его выходной контакт остаётся разомкнутым, то и ПИМ остаётся в неизменном состоянии. Отключить сигнализацию и вернуть всё устройство

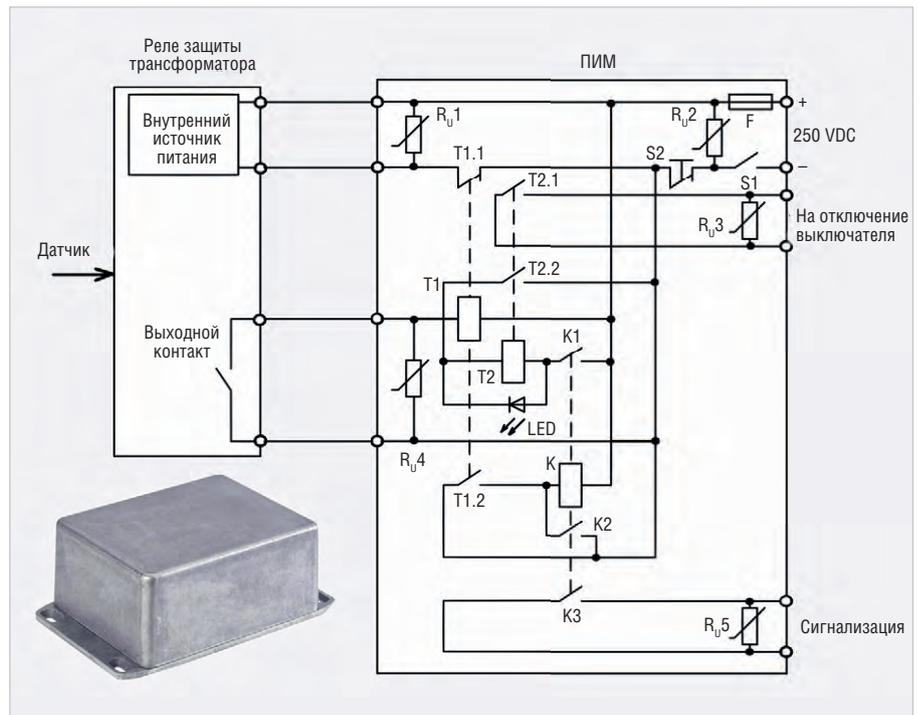


Рис. 2. Электрическая схема ПИМ на электромеханических компонентах (T1 и T2 – таймеры с выдержкой времени на включение)

в исходное состояние можно с помощью кнопки S2 («Сброс»).

Если же срабатывание реле защиты было правильным, в соответствии с сигналом, поступающим с датчика, то сразу после восстановления цепи питания реле через контакт T1.1 последует повторное срабатывание реле и повторное замыкание его выходного контакта. Таймер T1 опять начнёт отсчёт времени, однако теперь одновременно с ним включается и таймер T2 через оставшийся замкнутым контакт K1. Выдержка времени таймера T2 в несколько раз меньше выдержки времени таймера T1, поэтому он срабатывает первым, выдавая команду на отключение выключателя силового трансформатора и становясь на автономное питание. Через 4–5 с повторно срабатывает таймер T1 и разрывает цепь питания реле защиты контактом T1.1. К этому времени трансформатор уже будет отключён, и сигнал с датчика исчезнет. Вернуть ПИМ в исходное состояние можно с помощью кнопки S2 («Сброс»).

Схема ПИМ защищена от проникновения на его входы и выходы импульсов высокого напряжения с помощью варисторов $R_{v1} - R_{v5}$, а от электромагнитного поля – клеткой Фарадея, то есть алюминиевым корпусом.

Остался открытым вопрос выбора таймеров для ПИМ. Как оказалось, это

непростая задача, поскольку обычные электронные таймеры на микросхемах изначально были признаны неприемлемыми для использования в ПИМ. Пришлось провести довольно глубокий анализ по таймерам неэлектронного типа, результаты которого представлены далее.

Простейшим и наиболее надёжным типом неэлектронных таймеров являются **таймеры электромагнитного типа**, у которых задержка на срабатывание осуществляется с помощью толстостенного медного цилиндра (короткозамкнутого витка), одетого на сердечник электромеханического реле (см. рис. 3). К сожалению, таймеры, работающие по такому принципу, обеспечивают задержку на срабатывание всего лишь около 0,1 с, при этом они слишком громоздкие и тяжёлые.

Ещё одним типом неэлектронных таймеров являются **таймеры электропневматические**, в которых задержка на срабатывание (или отпускание) осуществляется за счёт соленоида и сильфона (обычно – резинового) или поршня и ниппеля с отверстием, через которое выдавливается или засасывается воздух в камеру (см. рис. 4). Таймеры такого типа имеют вполне подходящую выдержку времени, но их габариты и вес не удовлетворяют требованиям проекта.

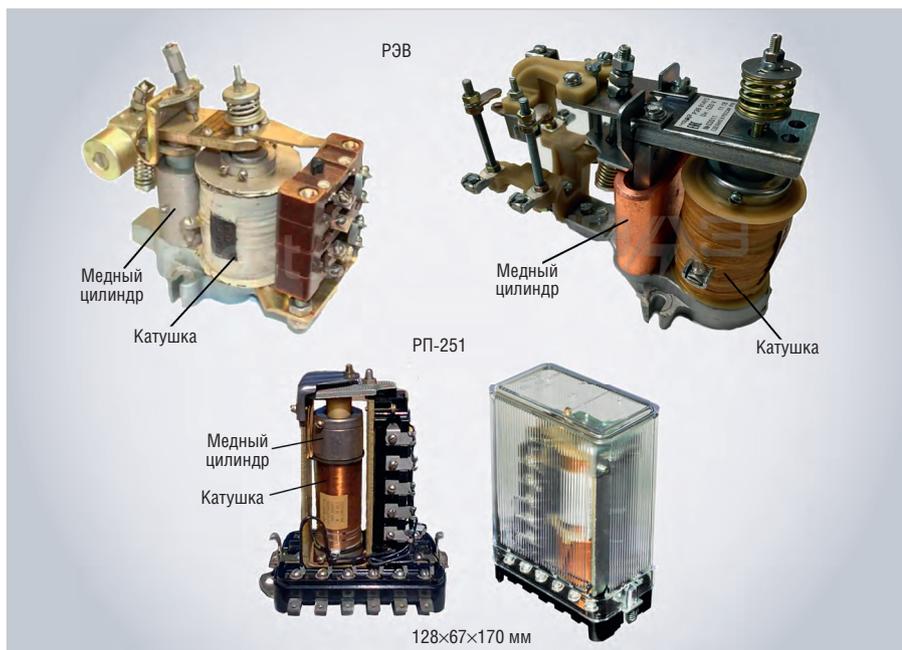


Рис. 3. Таймеры электромагнитного типа

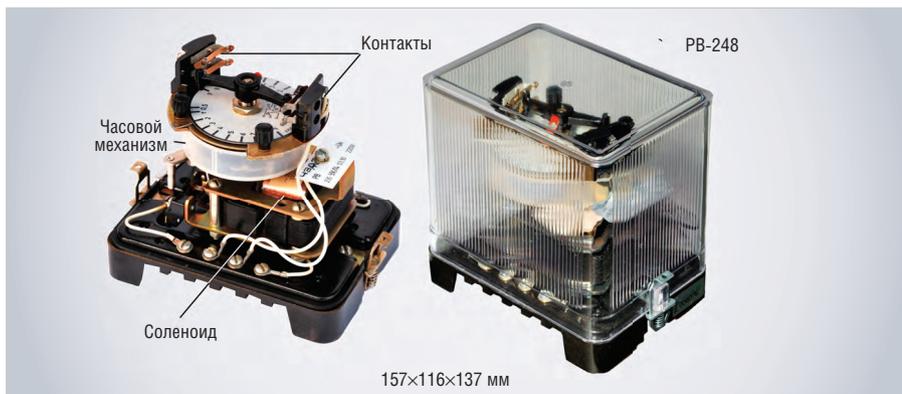


Рис. 5. Таймеры с часовым механизмом

Следующим исследованным типом неэлектронных таймеров стали **таймеры с часовым механизмом** и пружиной (см. рис. 5). При подаче питания на соленоид он преодолевает усилие возвратной пружины и разблокирует часовой механизм. В процессе отработки заданного интервала времени выходной вал часового механизма поворачивается, при достижении заданной уставки замыкает выходные контакты и останавливается. Такие таймеры имеют достаточно высокую надёжность и точность, а также обеспечивают требуемые для ПИМ выдержки времени. Единственный недостаток таких реле – их большие габариты.

Следующим исследованным типом неэлектронных таймеров стали **таймеры на основе миниатюрных синхронных моторов** (см. рис. 6). В этих таймерах небольшой синхронный двигатель вращает вал шестеренча-

того редуктора со строго заданной скоростью, определяемой частотой питающего напряжения, и обеспечивает требуемую выдержку времени после отработки определённого количества оборотов вала. Таймеры такого типа достаточно компактны, надёжны и обеспечивают требуемые для ПИМ интервалы времени. Недостатком таймеров этого типа является необходимость питания только переменным током частотой 50 или 60 Гц, что делает невозможным их применение в ПИМ.

На рынке имеется очень ограниченное количество типов таймеров с моторным приводом, которые можно запитать от источника постоянного тока, например М6446 (см. рис. 7). В таймерах этого типа используют синхронные моторы с постоянными магнитами, а требуемую частоту питания такого двигателя обеспечивает встроенный преобразователь частоты.



Рис. 4. Электропневматические таймеры

ты. Назвать такой таймер неэлектронным нельзя, к тому же такие таймеры выпускаются лишь на низкие напряжения питания (до 28 В).

На основе проведённого выше анализа можно сделать вывод о том, что ни один из известных неэлектронных таймеров по разным причинам не подходит для применения в ПИМ. В связи с этим автором был разработан таймер, специально предназначенный для использования в ПИМ (см. рис. 8).

Разработанный таймер не является неэлектронным на все 100%, однако он содержит всего лишь один активный электронный компонент – тиристор на рабочее напряжение 600 В, защищённый от перенапряжений мощным TVS-диодом типа 30КРА300А с остаточным напряжением (clamping voltage) не более 484 В. Отличные характеристики этого таймера (простота, надёжность, помехозащищённость,



Рис. 6. Таймеры на основе синхронных моторов

стабильность параметров, небольшие габариты) и интервал выдержек времени от долей секунды до 10 с обеспечиваются совокупным выбором элементов с особыми характеристиками. Например, тиристор VS выбранного типа С106М сочетает в себе достаточную мощность, высокое максимальное рабочее напряжение и очень малый ток отпирания (доли миллиампера). Благодаря такому малому току удалось применить времязадающий резистор R1 сопротивлением в сотни тысяч Ом и резистор R2 сопротивлением в единицы килоом с падением напряжения на нём менее 1 В при напряжении питания 240 В. А это, в свою очередь, позволило использовать в таймере особо стабильный герметичный танталовый конденсатор типа T140D108K006A ёмкостью всего лишь 1000 мкФ (конденсаторов этого типа большей ёмкости не существует!) с рабочим напряжением 6,3 В. Российский аналог – конденсатор типа К53-66. Конденсаторы такого типа имеют срок сохраняемости не менее 25 лет. Это очень важно для таймеров ПИМ, поскольку эти таймеры могут находиться в обесточенном состоянии долгие годы и после такого долгого периода ожидания должны обеспечить его нормальную работоспособность. Ещё один особый элемент этой схемы – электромагнитное реле К типа РТ370220 (Schrack) с сопротивлением обмотки 65 кОм. Это уникальное значение сопротивления обмотки для миниатюрного реле. Такое высокое сопротивление обуславливает очень маленький рабочий ток реле –

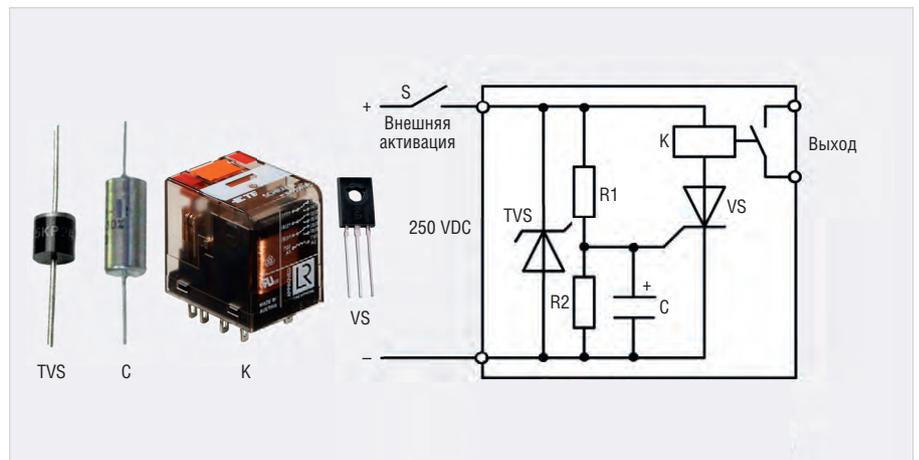


Рис. 8. Таймер, специально разработанный для ПИМ

3,4 мА, благодаря чему даже такой небольшой тиристор, как С106М, работает в схеме с очень большим запасом по рассеиваемой мощности и не требует использования дополнительного радиатора даже при длительном включении. Схема защищена от импульсных помех благодаря мощному TVS-диоду на входе схемы и конденсатору большой ёмкости в цепи управляющего электрода тиристора, не позволяющему тиристорному отпереться при воздействии импульсной помехи. Следует иметь в виду, что при таком принципе построения таймера и схеме включения его в ПИМ он находится в полностью обесточенном состоянии в течение всего времени ожидания, поэтому не может сам по себе привести к ложному срабатыванию ПИМ.

Описанный в статье ПИМ позволяет предотвратить отключение силовых трансформаторов при кратковременном воздействии ГИТ, не представля-



Рис. 7. Таймер с моторным приводом постоянного тока на рабочем напряжении 26 В

ющих опасности для трансформатора, или при ложных срабатываниях электронного реле защиты, вызванных любыми причинами.

Разработанный автором комплект устройств (электронное реле с датчиком ГИТ, тестер-симулятор, дополнительный модуль на подстанции и предохранительно-исполнительный модуль) позволяет полностью решить проблему защиты силовых трансформаторов в электрических сетях от воздействия ЭМИ ЯВ.

Литература

1. Гуревич В. И. Электромагнитный импульс высотного ядерного взрыва и защита электрооборудования от него. М.: Инфра-Инженерия. 2019.
2. Гуревич В. И. Электронное реле для защиты силового электрооборудования от воздействия геомагнитно-индуцированных токов ЭМИ ЯВ. Современная электроника. 2020. № 2.

Измерения фазовых шумов импульсных сигналов с использованием анализаторов фазового шума R&S FSWP

Часть 1

Кирилл Румянцев (kirill.rumyantsev@rohde-schwarz.com),
Николай Лемешко (nlem83@mail.ru)

В статье рассматриваются вопросы измерения фазовых шумов сигналов с импульсной модуляцией, широко применяемых в радиолокации. В первой части проанализированы их спектральные особенности и теоретические ограничения, определяемые импульсным режимом работы устройств. Оценена зависимость параметров шума от характеристик модулирующих импульсов. Рассмотрен метод цифровой фазовой демодуляции с кросс-корреляционной обработкой, применяемый для измерения фазового шума и алгоритмы его реализации.

Введение

В настоящее время методы цифровой обработки сигналов получили широкое распространение за счёт своей универсальности и повышенной помехоустойчивости, а также широких возможностей формализации алгоритмов обработки. Эволюция современных беспроводных систем связи требует включения всё большего количества цифровых узлов и наложения всё более жёстких требований по спектральной эффективности кодирования информации. В то же время прогресс в создании широкополосных радиотрактов дал новый виток развития радиолокации, причём современные радиолокационные системы стараются извлекать больше информации о целях и их траекториях, обеспечивать

возможность отслеживания медленно движущихся целей, таких как автомобили и пешеходы, на фоне помех.

Как для систем связи, так и для радиолокационных систем одним из основных параметров, ограничивающих производительность системы, является фазовый шум. Разработка современных и всё более совершенных радиосистем требует обязательного учёта влияния фазовых шумов генераторов и передатчиков. Важно подчеркнуть, что в этом, как и во многих других направлениях радиотехники, развитие средств измерений следует за потребностями практики.

Настоящая статья, основанная на материалах Rohde & Schwarz [1], направлена на освещение вопроса о способах измерения фазовых шумов

импульсных сигналов, в первую очередь используемых в радиолокации. Рассматриваются функциональные возможности и практики применения анализатора фазовых шумов R&S FSWP.

Импульсные сигналы на несущей частоте

Видеоимпульсы, которым соответствует нулевая несущая частота, мало применимы для целей радиолокации, в первую очередь из-за необходимости использовать антенны больших габаритов и крайне слабой направленности [2]. В общем случае в радиолокационных станциях используются сигналы со специальными видами модуляции, например с линейной частотной модуляцией. Однако в контексте измерения фазовых шумов далее будет рассмотрен только наиболее простой вид модуляции.

Сигналы и, соответственно, излучения импульсного характера могут быть получены включением и выключением генератора несущей, но это не обеспечивает непрерывность фазы, и она становится случайной для каждого импульса. Это не позволяет использовать такое решение в доплеровских РЛС и проводить измерения фазового шума источников с помощью фазовых или синхронных детекторов. Так как для фазового детектора необходим стабильный опорный сигнал, с которым сравнивается измеряемый сигнал, не представляется возможным измерение фазового шума при значительном изменении фазы каждого импульса.

При рассмотрении процесса модуляции необходимо помнить, что умножение импульсного сигнала и ВЧ-несущей во временной области соответствует свёртке спектров в частотной области. Спектр последовательности импульсов представляет собой последовательность гармоник, отстоящих друг от друга на частоту F повторения импульсов (ЧПИ). При амплитудной модуляции несущей импульсным сигналом сформирован спектр, симметричный относительно частоты несущей, его спектральные линии разнесены

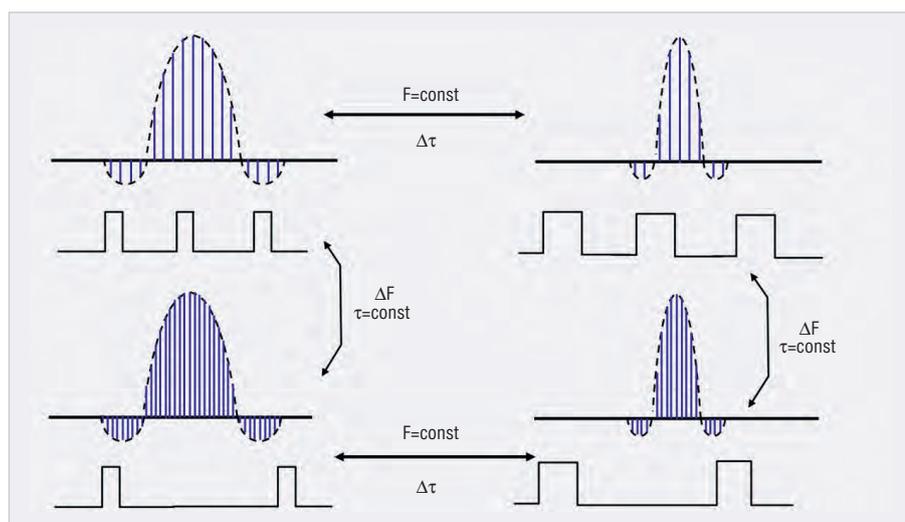


Рис. 1. Изменения спектра импульсного сигнала при изменении F и τ

на $n \times F$, где n – натуральное число. Амплитуда спектральных линий (см. рис. 1) будет иметь ожидаемую огибающую вида $\sin(x)/x$, нули которой возникают в точке $1/\tau$, где τ – длительность импульса.

При увеличении ЧПИ увеличивается расстояние между спектральными линиями. Если ЧПИ очень низкая, спектральные линии будут расположены близко друг к другу и могут помешать доплеровской обработке. Аналогично и при измерениях фазовых шумов: увеличение интервала между частотными линиями увеличивает возможности измерения фазового шума между спектральными линиями с точки зрения значения максимально доступной отстройки от несущей.

Фазовый шум периодических сигналов с импульсной модуляцией

При амплитудной модуляции формируется спектр с симметричными относительно несущей частоты боковыми полосами, включающими спектральные линии с интервалом F . Дополнительно каждая линия в спектре также содержит фазовый шум несущей, наложенный в процессе свёртки. Этот добавленный шум на каждой спектральной линии можно легко выделить, изучив импульсный спектр сигнала с импульсной модуляцией на анализаторе спектра при полосе разрешения $RBW \ll F$, при этом увеличив полосу обзора до отображения нескольких отдельных спектральных линий.

На рисунке 2 показан фрагмент спектра несущей с частотой 1 ГГц, модулированной импульсным сигналом с длительностью импульса 10 мкс и $F = 10$ кГц. Здесь хорошо различимы боковые полосы фазового шума несущей. Можно заметить, что фазовый шум несущей накладывается на каждую спектральную линию. Также видно, что U-образная кривая формируется между каждой линией спектра. Ещё из рисунка можно увидеть, что для отстройки частоты больше, чем $F/2$, новая информация о фазовом шуме отсутствует, и его измерения проводятся, как правило, с отстройкой частоты от несущей, не превышающей указанного значения. В классическом случае при измерении фазовых шумов после фазового детектора ставят фильтр нижних частот. Частота среза этого фильтра меньше $F/2$, что гарантирует проведение измерений фазовых шумов в корректном диапазоне отстроек частоты.

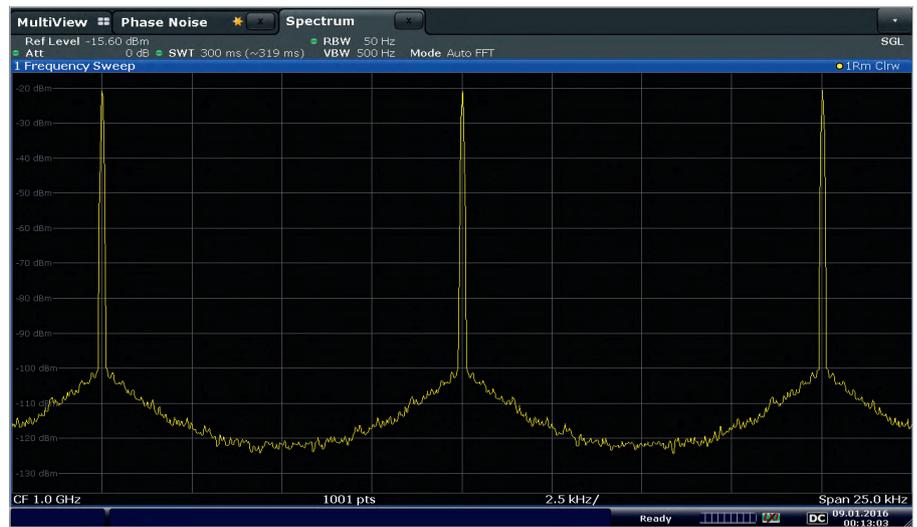


Рис. 2. Фрагмент спектра несущей с импульсной модуляцией

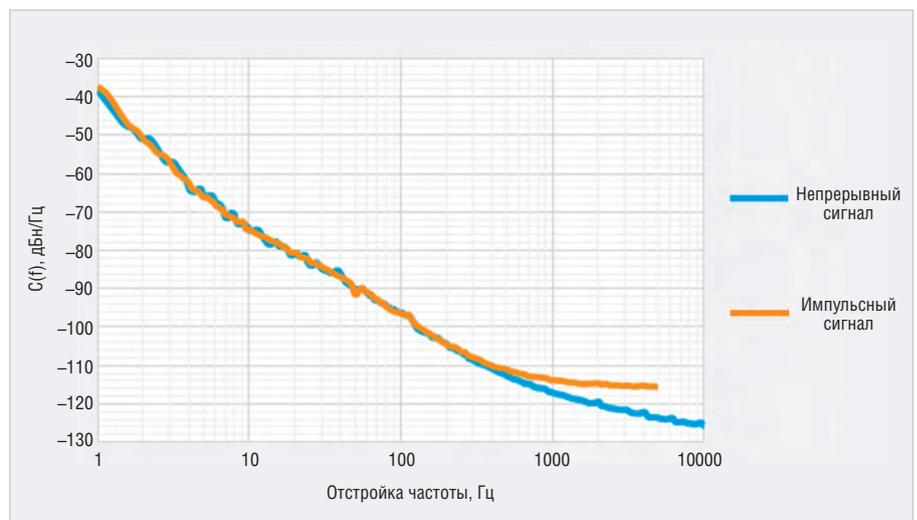


Рис. 3. Фазовый шум непрерывного и импульсного сигналов

Различие между фазовым шумом непрерывного и импульсного сигналов

При сравнении фазового шума для сигнала с импульсной модуляцией и без импульсной модуляции для одного и того же источника оказывается, что фазовый шум в первом случае выше, особенно при больших отстройках от несущей частоты. На рисунке 3 представлен график, на котором построена зависимость фазового шума от частотной отстройки.

Кривые на рисунке 3 получены путём измерения фазового шума с помощью анализатора фазовых шумов FSWP компании Rohde & Schwarz. Использовалась импульсная модуляция с $\tau = 10$ мкс и $F = 10$ кГц. Максимальная отстройка частоты для измерения импульсного сигнала равна $F/2 = 5$ кГц. Фазовый шум импульсного сигнала начинает отличаться от фазового шума непрерывного сигнала,

начиная с отстройки частоты порядка 400 Гц. Фазовый шум примерно на 8 дБ выше при отстройке $F/2$. Сравнивая рисунки 2 и 3, можно заметить схожую форму кривой.

Как отмечалось ранее, при амплитудной модуляции формируются две боковые полосы выше и ниже несущей. Свёртка всех отдельных спектров приводит к появлению всех возможных сумм и разностей несущей частоты, всех гармоник модулирующего сигнала. Если боковые полосы фазового шума присутствуют в несущей, то спектр импульсного сигнала сворачивается со спектром несущей и её шумовыми боковыми полосами.

Процесс модуляции накладывает шумовые боковые полосы несущей на каждую спектральную линию импульса так, как это пояснено на рисунках 4 и 5.

Для фиксированной длительности модулирующего импульса увеличе-

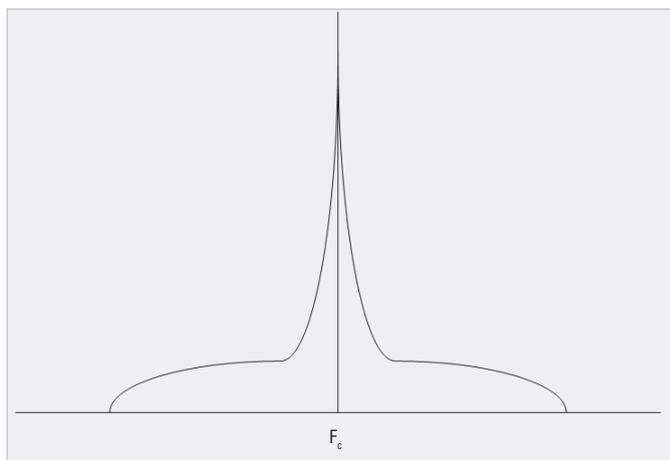


Рис. 4. Спектр несущей и её боковые шумовые полосы

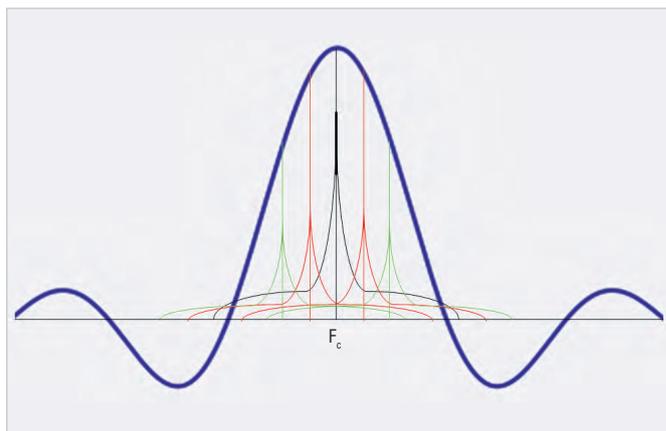


Рис. 5. Спектр шумовых боковых полос, наложенных на каждую спектральную линию



Рис. 6. Вариации фазового шума, вызванные изменением длительности импульса

ние шума на несущей частоте F_c будет обратно пропорционально F . Низкое значение F соответствует высокой спектральной плотности и большему шуму, в то время как увеличение ЧПИ приведёт к снижению шума на несущей.

Как правило, вблизи несущей уровень шума падает очень быстро – со скоростью порядка 20...40 дБ на декаду. Из-за формы огибающей спектра сигнала с импульсной модуляцией, соответствующей функции $\sin(x)/x$, наложенный шум на этих отстройках будет ниже уровня шума непрерывного сигнала. Но при больших отстройках, вплоть до $F/2$, отклонение будет более заметным, особенно если кривая спектра шума непрерывного сигнала имеет «пьедестал». Так как «пьедестал» на кривой фазового шума означает относительно постоянный уровень энергии во всём диапазоне отстроек частоты, суммарная энергия наложенного шума будет больше, чем для области с постоянно уменьшающимся наклоном.

Зависимость параметров шума от характеристик модулирующих импульсов

На основе изложенного можно сделать вывод об изменении фазового шума импульсной несущей в зависимости от значения F и длительности импульса τ . Лучше всего это можно оценить по результатам реальных измерений фазового шума при различной длительности импульсов.

На рисунке 6 приведены результаты трёх измерений фазового шума импульсно-модулированной несущей. Все измерения проводились при постоянном значении $F = 10$ кГц. Первое измерение проводилось при длительности импульса 10 мкс, результаты показаны с помощью синей (средней) кривой. Для второго измерения длительность импульса была увеличена до 50 мкс, результаты показаны с помощью зелёной (нижней) кривой. Фазовый шум уменьшился примерно на 6 дБ. Для этого измерения длительность импульса была увеличена в пять

раз, что привело к кратному уменьшению ширины основного лепестка спектра и количества спектральных линий в основном лепестке. Ожидаемое снижение фазового шума для этого случая составляет $10\lg_{10}(1/5) = -6,9$ дБ. Полученное значение является упрощённой аппроксимацией наихудшего случая изменения фазового шума.

Последнее измерение, результаты которого соответствуют жёлтой (верхней) кривой на рисунке 6, проводилось при длительности импульса 1 мкс, что в 10 раз меньше, чем во время первого измерения. Видно, что уменьшение длительности импульса привело к увеличению фазового шума несущей.

Исходя из этого, в общем случае фазовый шум импульсной несущей не будет таким же, как фазовый шум непрерывной несущей, в особенности при больших отстройках. С учётом того, что фазовый шум является одним из важнейших и в то же время ограничивающих характеристик для радиосистем, его измерения становятся важной прикладной задачей.

Метод фазового детектора для измерения фазового шума

Как правило, высокоточные измерения фазового шума выполняются с помощью калиброванного фазового детектора, в котором величина отклонения фазы несущей пропорциональна напряжению на выходе фазового детектора. Сигнал с выхода фазового детектора проходит через фильтр нижних частот и усиливается до подачи на высокопроизводительный аналого-цифровой преобразователь или анализатор Фурье. Реализация метода фазового детектора для измерения фазового шума пояснена на рисунке 7.

В большинстве случаев в качестве фазового детектора используется смеситель, к сигнальному входу которого подключено испытуемое устройство (ИУ), а ко входу для гетеродина подключён опорный генератор. Последний настраивается на ту же частоту, что и ИУ, со сдвигом фазы на 90°. При наличии двух входных сигналов в квадратуре постоянное выходное напряжение смесителя равно нулю, а кратковременные отклонения фазы преобразуются в переменное напряжение. На основе преобразования Фурье рассчитывается спектральная плотность флуктуаций фазы, которую можно преобразовать в фазовый шум.

Описанный метод часто называют методом фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) опорного генератора, т.к. нередко он используется для организации обратной связи с выхода фазового детектора на опорный генератор. Последнее делается для поддержания квадратурного соотношения фаз между ИУ и опорным генератором.

При измерении фазового шума импульсной несущей применение приведённой на рисунке 7 схемы ограничено. При подаче импульсного сигнала на вход фазового детектора и при непрерывном опорном сигнале гетеродина выходное напряжение фазового детектора также становится импульсным и содержит среднее постоянное значение, которое способно вводить малошумящий усилитель в режим насыщения (см. рис. 8). Чтобы этого избежать, как правило, необходимо также использовать опорный сигнал с импульсной модуляцией ИУ.

Добавление импульсной модуляции к опорному источнику (гетеродину) приводит к дополнительным сложностям, т.к. пользователю, скорее всего, придётся с помощью осциллографа контролировать выходной сигнал фазового детектора, чтобы убедиться в отсутствии перегрузки малошумящего усилителя и синхронности импульсной модуляции ИУ, а также опорного сигнала.

Кроме того, пользователь должен подобрать подходящий фильтр нижних частот, чтобы устранить отстройки частоты, превышающие $F/2$. В большинстве систем для измерений фазовых шумов используются аналоговые фильтры. Во многих системах требуемый фильтр может быть недоступен. В случаях, когда подходящий фильтр недоступен, пользователь вынужден использовать внешние фазовый детектор и фильтр нижних частот, что в целом

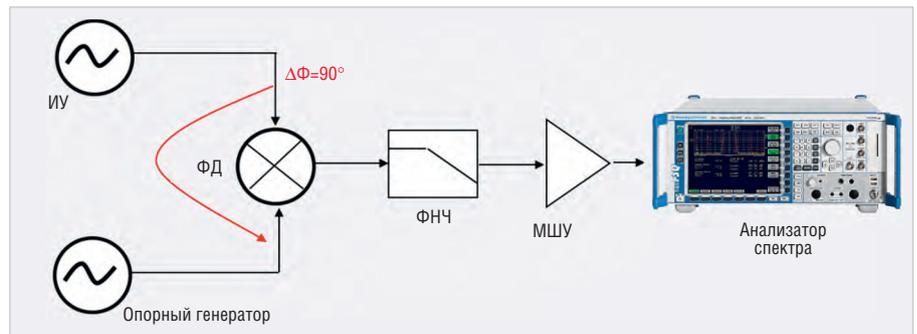


Рис. 7. Реализация метода фазового детектора для измерения фазового шума (ИУ – испытуемое устройство, ФД – фазовый детектор, ФНЧ – фильтр нижних частот, МШУ – малошумящий усилитель)

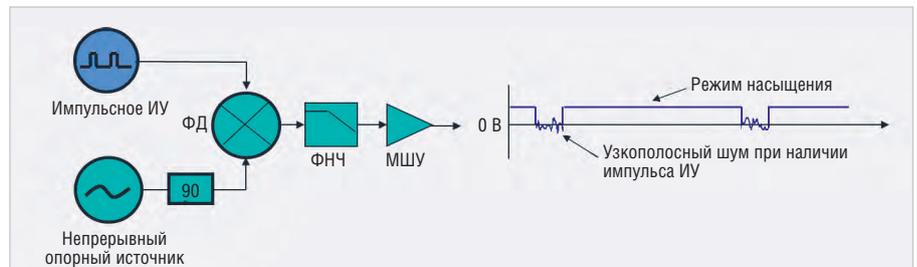


Рис. 8. Формирование сигнала на выходе фазового детектора для импульсного входного сигнала при постоянном опорном сигнале (ИУ – испытуемое устройство, ФД – фазовый детектор, ФНЧ – фильтр нижних частот, МШУ – малошумящий усилитель)

затрудняет процесс измерений, значительно повышая вероятность воздействия внешнего шума на результаты измерения фазового шума. Такие недостатки в значительной степени устранены в анализаторах фазового шума с кросс-корреляционной обработкой.

Анализаторы фазового шума с кросс-корреляционной обработкой

Одним из ограничивающих факторов метода ФАПЧ опорного генератора является то, что чувствительность такой системы ограничена фазовым шумом опорного генератора. Практическим правилом здесь является выбор генератора, фазовый шум которого, как минимум, на порядок меньше, чем у измеряемого устройства. В большинстве случаев это серьёзно ограничивает чувствительность измерительной установки. Один из способов обойти это ограничение – использовать два одинаковых генератора, предполагая, что итоговый фазовый шум на 3 дБ ниже, чем измеряемый. Часто предположение об идентичности двух источников оказывается неверным, и требуется другое решение. Многие годы более подходящим решением считалось проведение трёх измерений фазового шума с тремя похожими генераторами. Во время измерения каждый генератор являлся поочерёдно опорным и измеряемым источником. По результатам этих

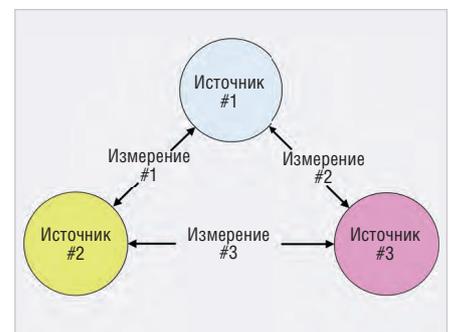


Рис. 9. Метод сравнения трёх источников

измерений фазовый шум каждого генератора можно было определить, решив три уравнения с тремя неизвестными. Такой подход проиллюстрирован на рисунке 9. Сравнение по трём источникам определяет шум каждого источника при условии их сравнимости (разность 3...6 дБ).

В ходе совершенствования техники измерения фазового шума с понижением уровня собственного шума стало очевидно: если разделить сигнал ИУ и подать на две независимые системы с ФАПЧ, то собственный шум измерительной установки не будет коррелирован в обоих каналах за счёт использования индивидуального источника сигнала гетеродина для каждой из систем, а шум от ИУ будет коррелирован в обоих каналах. При таком подходе можно использовать кросс-корреляционную обработку для снижения шума, создаваемого измерительной установкой (прибором). Реали-

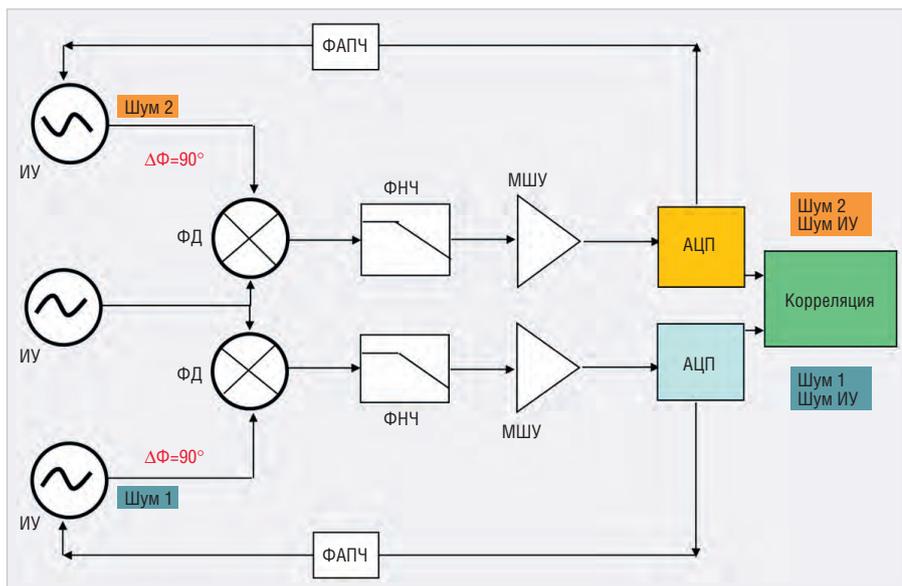


Рис. 10. Схема измерений фазового шума с кросс-корреляционной обработкой (ФД – фазовый детектор, ИУ – испытуемое устройство, ФНЧ – фильтр нижних частот, МШУ – малошумящий усилитель, АЦП – аналого-цифровой преобразователь, ФАПЧ – фазовая автоподстройка частоты)

зация такого подхода представлена на рисунке 10.

В системе измерения фазового шума с кросс-корреляционной обработкой, как показано на рисунке 10, шум прибора в канале 1 не коррелирован с шумом, формируемым в канале 2. Поэтому при кросс-корреляционной обработке на выходах двух независимых каналов коррелированы будут только сигналы ИУ, а шум измерительной системы сни-

зится на $51g_{10}(M)$, где M – число корреляций. Таким способом можно снизить шум системы на 10 дБ, если провести 100 кросс-корреляций.

Системы на основе фазовых детекторов с кросс-корреляционной обработкой занимали лидирующие позиции на рынке последнее десятилетие, но они все ещё обладали тем же недостатком, что и ранние системы: измерения фазового шума по-прежнему зависели от аналого-

вых компонентов и их возможностей по обработке сигналов. С целью повысить качество самых современных систем измерения фазового шума компания Rohde & Schwarz разработала новый анализатор фазовых шумов FSWP, в котором большая часть обработки сигналов перемещена в цифровую область, в которой характеристики системы обладают большей повторяемостью, а калибровку на уровне системы можно упростить.

Во второй части статьи будут рассмотрены функциональные особенности анализаторов R&S FSWP. Авторы проведут измерения фазового шума сигнала с импульсной модуляцией с учётом десенсибилизации, а также измерения для импульсно-модулированной несущей на анализаторе R&S FSWP. Также будет представлен анализ амплитудной и фазовой стабильностей сигналов с импульсной модуляцией.

Литература

1. Kay Gbeen. Pulsed phase noise measurements. 2016. URL: https://scdn.rohde-schwarz.com/ur/pws/d1_downloads/d1_application/application_notes/1ef94___/1EF94_1e_Pulsed_Phase_Noise_Meas.pdf.
2. Ширман Я. Д., Багдасарян С. Т., Маляренко А. С. и др. Радиоэлектронные системы. Основы построения и теория. Под ред. Ширмана Я. Д. Радиотехника. М. 2007. С. 512.



НОВОСТИ МИРА

Совет безопасности снова отказался отдавать операторам частоты для 5G

Совет безопасности вновь отклонил просьбу сотовых компаний выделить им частоты в диапазоне 3,4–3,8 ГГц для строительства сетей пятого поколения связи (5G).



По словам одного из собеседников «Ведомостей», операторы просили силовиков разрешить им конверсию (расчистку) частот этого диапазона в городах-миллионниках. Необходимость использования частот 3,4–3,8 ГГц они мотивировали нецелесо-

образностью использования другой полосы частот – 4,8–4,99 ГГц (в материалах Минкомсвязи эти частоты называли альтернативой более низкому диапазону).

5G позволяет абонентам использовать мобильный Интернет на очень высокой скорости (до нескольких гигабит в секунду). Это до 100 раз быстрее, чем в нынешних сетях LTE. Кроме того, на базе 5G планируется создавать системы управления беспилотным транспортом, телемедицинские сервисы, системы комплексного управления городским хозяйством.

Диапазон 3,4–3,8 ГГц, для которого предназначено популярное оборудование 5G, в России используется Минобороны и «Роскосмосом», объяснял в 2019 г. вице-премьер Максим Акимов. Но именно на таких частотах сети 5G строятся в большинстве стран Европы – без них практически невозможно запустить полноценные услуги пятого поколения, повторяли неоднократно представители операторов.

Тема выделения частот для 5G обсуждается в Совете безопасности не первый раз. В августе Совбез не поддержал идею выделить операторам связи частоты этого диапазона, а президент Владимир Путин на отрицательный отзыв Совбеза наложил резолюцию «согласен».

В России частотный ресурс 4,8–4,99 ГГц имеет низкую загруженность, однако он пересекается с полосой 4,4–4,99 ГГц, которая активно используется военными стран НАТО для опознавательной системы самолётов «свой – чужой». Это означает, что базовые станции для 5G в этом диапазоне операторы смогут устанавливать только на расстоянии 300 км до сухопутной границы или 450 км до морской границы. К тому же сетевое оборудование для 4,8–4,99 ГГц дорогое, а работающих на этих частотах смартфонов практически нет, комментировал генеральный директор Telescom Daily Денис Кусков.

Ведомости

НОВОСТИ МИРА

ЭКСПЕРТЫ ОБСУДИЛИ ВЛИЯНИЕ ПАНДЕМИИ COVID-19 НА РАДИОЭЛЕКТРОННУЮ ОТРАСЛЬ

Ведущие эксперты радиоэлектронной отрасли России обсудили меры господдержки производителей радиоэлектронной продукции, а также влияние пандемии COVID-19 на предприятия отрасли в ходе Экспертного совета по развитию электронной и радиоэлектронной промышленности при комитете Госдумы по экономической политике, промышленности, инновационному развитию и предпринимательству. Заседание прошло в формате видеоконференции под председательством индустриального директора радиоэлектронного комплекса госкорпорации «Ростех» Сергея Сахненко.

Участники обсудили вопросы кооперации предприятий в рамках выполнения гособоронзаказа на фоне пандемии коронавируса, провели анализ выявленных случаев закупок иностранной продукции при участии в конкурсных процедурах отечественных производителей, а также рассмотрели нормативно-правовые инициативы и эффективность антикризисных мер, направленных на поддержку радиоэлектронной промышленности.

«Сегодня на государственном уровне принимаются конкретные меры поддержки отечественной экономики в сложившихся условиях. Мы как отраслевое сообщество должны держать заданный темп и оказывать экспертную поддержку этих инициатив на местах. Сразу несколько наших предложений были одобрены на заседании бюро Союзмаша и отправлены на рассмотрение в правительство, в частности – о предоставлении предприятиям субсидий, направленных на создание страховых запасов микроэлектронной продукции, применяемой в ОПК и ракетно-космической отрасли», – отметил председатель Экспертного совета, индустриальный директор радиоэлектронного комплекса госкорпорации «Ростех» Сергей Сахненко.

В мероприятии приняли участие представители федеральных органов исполнительной власти, госкорпорации «Ростех», Союза машиностроителей России, холдинга «Росэлектроника», концерна «Автоматика», Национального центра информатизации, АО «Алмаз-Антей», АО «Российские космические системы».



Заседание состоялось при поддержке Координационного совета разработчиков и производителей радиоэлектронной аппаратуры, электронной компонентной базы и продукции машиностроения Союза машиностроителей России.

Пресс-служба госкорпорации «Ростех»



SCHAEFER

Источники питания AC/DC

- Вход: однофазная и трехфазная сеть переменного тока
- Мощность от 100 Вт до 500 кВт
- Выход: от 5 до 800 В постоянного тока
- Диапазон рабочих температур от -40 до +75°C

Источники питания DC/DC

- Вход: от 10 до 800 В постоянного тока
- Разнообразные конструктивные исполнения

DC/AC-инверторы

- Вход: от 20 до 800 В
- Выходы: однофазное и трехфазное напряжение
- Частота выходного напряжения от 40 до 800 Гц с подстройкой

AC/AC-преобразователи

- Преобразование переменного напряжения в однофазное и трехфазное с частотой от 40 до 800 Гц

Области применения

- Промышленная автоматизация
- Железнодорожный транспорт
- Испытательное оборудование
- Энергетика
- Нефтегазовая промышленность
- Ответственные применения

PROSOFT®

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU



Измерение коэффициента мощности шума с помощью реальных сигналов

Дональд Вандервейт (Keysight Technologies)

В статье рассматривается основанный на спектральной корреляции метод, который позволяет осуществлять более адекватную оценку нелинейных искажений устройств спутниковой связи в отличие от традиционного метода измерения коэффициента мощности шума, который может давать завышенные оценки искажений.

Коэффициент мощности шума (КМШ) является одним из основных показателей искажений, вносимых активными компонентами, например усилителями. Впервые его стали применять в 1930-х годах для проверки аналоговых телефонных каналов с частотным уплотнением (FDM) и применяют до сих пор, поскольку он позволяет оценить интермодуляционные искажения, порождаемые нелинейными компонентами. Искажения, определяемые КМШ, являются внутриполосными, поэтому их нельзя отфильтровать. А поскольку они нелинейные, их нельзя скорректировать за счёт предискажений.

В традиционных измерениях КМШ в качестве воздействующего сигнала используют шум с распределением, близким к гауссовскому. Однако большинство сигналов, передаваемых по спутниковым каналам связи, имеют более консервативный профиль мощности, чем у гауссовского шума, с меньшим пик-фактором и более узким переходом в дополнительной функции распределения мощности (CCDF). В результате традиционный способ изме-

рения КМШ может привести к завышенной оценке искажений, возникающих в процессе работы оборудования. Чтобы избежать этих погрешностей, был предложен метод испытаний, основанный на спектральной корреляции, позволяющий измерить КМШ с помощью реальных сигналов.

В спутниковых каналах связи разработчики всегда стремятся повысить мощность усилителей передатчиков. За счёт большей мощности достигается большее отношение сигнал-шум (С/Ш) в приёмнике наземной станции, что, в свою очередь, позволяет увеличить скорость передачи данных в канале. Поскольку эти усилители работают на краю линейного диапазона, дальнейшее повышение мощности приводит к росту искажений. Относительным показателем качества усилителя является значение КМШ при заданном уровне мощности.

Традиционное измерение КМШ

На рисунке 1 показан спектр испытательного сигнала для традиционного способа измерения КМШ, имеющий постоянное значение спектральной

плотности мощности в рабочей полосе частот исследуемого устройства с просечкой в середине полосы. В области просечки спектральная плотность мощности значительно ниже, чем в остальной интересующей области. Такой испытательный сигнал формируется либо широкополосным генератором шума со специальными фильтрами, либо генератором сигналов произвольной формы. Принцип измерения очень прост: нелинейность исследуемого устройства вызывает интермодуляционные искажения, которые приводят к перераспределению энергии сигнала по спектру как в исследуемой полосе частот, так и за её пределами. Часть этой энергии попадает в область просечки. Поскольку изначально уровень сигнала в просечке очень мал или равен нулю, можно выделить и измерить интермодуляционные искажения, порождаемые исследуемым устройством.

Пример результатов, полученных в ходе измерений, показан на рисунке 2. Жёлтая кривая соответствует сигналу на входе испытываемого устройства, а голубая – на его выходе. «Пьедестал» определён очень чётко, уровень спектральной плотности мощности испытательного сигнала (жёлтая кривая) в области просечки очень мал. После прохождения через усилитель (голубая кривая) этот уровень в области просечки заметно повышается. Отношение мощности сигнала в просечке к мощности «пьедестала» является результатом измерения КМШ [1].

Уровень искажений сильно зависит от мощности сигнала, что придаёт особую важность такой характеристике испытательного сигнала, как профиль мощности. Испытательный сигнал является широкополосным, мощность сигнала для большинства используемых сигналов изменяется во времени. Существует множество способов сопоставления этих изменений со средним уровнем сигнала, например используется пик-фактор, равный отношению пиковой мощности к средней (PAPR). Однако в этом случае наиболее полезной характеристикой является кривая CCDF (см. рис. 3).

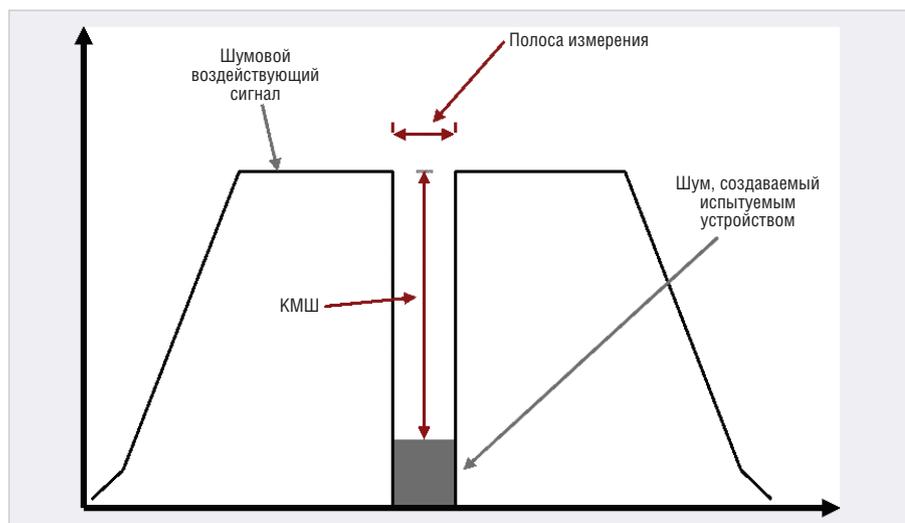


Рис. 1. Спектр испытательного сигнала для измерения КМШ

Эта кривая, которую называют профилем мощности сигнала, показывает период времени, в течение которого мощность сигнала превышает заданный уровень. Например, зелёная кривая на рисунке 3 показывает, что мощность сигнала превышает среднюю мощность сигнала минимум на 6 дБ в течение 2% времени.

Уровень искажений сильно зависит от мощности входного сигнала. Таким образом, для правильной интерпретации результатов необходимо учитывать профиль мощности испытательного сигнала. Традиционный испытательный сигнал для измерения КМШ представляет собой аддитивный белый гауссовский шум (AWGN). Профиль мощности такого сигнала близок к гауссовской дополнительной функции распределения. Зелёная кривая показывает (см. рис. 3), как выглядит такой сигнал на графике функции распределения CCDF.

Рабочий сигнал испытываемого устройства может иметь профиль мощности, значительно отличающийся от профиля AWGN. Традиционный испытательный сигнал для измерения КМШ изначально использовался для характеристики аналоговых устройств, применявшихся в телефонных сетях в XX веке. Эти устройства работали с большим количеством каналов с узкополосными сигналами, которые в группе имели профиль мощности, близкий к профилю мощности AWGN. Многие сигналы с модуляцией OFDM (мультиплексирование с ортогональным делением частот) имеют похожий профиль, потому что, как и в старых телефонных сетях, состоят из большого числа узкополосных сигналов с разными несущими. Но сигналы с одной несущей обладают профилем мощности, значительно отличающимся от профиля мощности AWGN.

Во многих случаях такие сигналы выбираются специально, поскольку их профиль мощности приводит к меньшим искажениям при передаче. Это, безусловно, относится к отдельным сигналам с модуляциями QPSK, QAM и APSK. Это справедливо и для сигналов с несколькими несущими. Недавно были предложены новые схемы модуляции (например, OFDM с распределением DFT), которые модифицируют модуляцию OFDM для снижения пик-фактора и искажений при передаче.

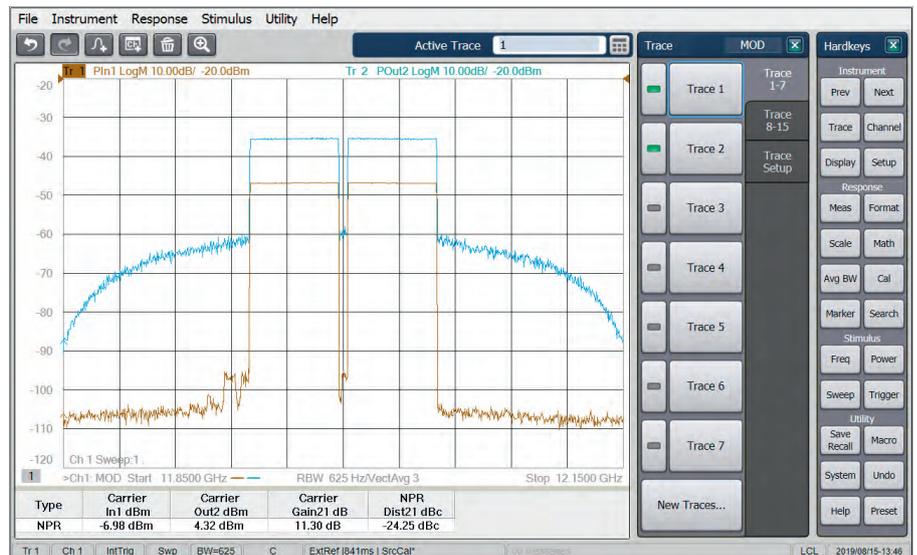


Рис. 2. Входной и выходной сигналы при измерении КМШ

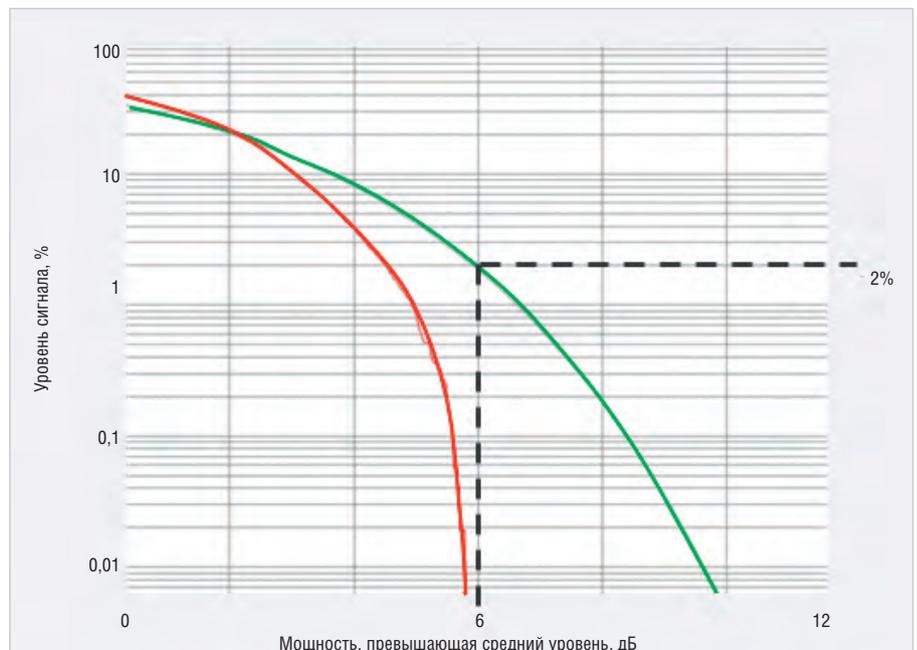


Рис. 3. Кривые CCDF для традиционного испытательного сигнала для измерения КМШ (зелёная) и для сигнала 64QAM (красная)

Именно профиль мощности сигнала оказывает влияние на искажения при прохождении через исследуемое устройство, поэтому отличие профилей мощности испытательного и рабочего сигналов может привести к неправильной интерпретации результатов испытаний. Красная кривая на рисунке 3 показывает профиль мощности для типичного сигнала с модуляцией 64QAM с одной несущей. Этот сигнал имеет явно меньший диапазон уровней мощности, чем AWGN, и никогда не превышает средний уровень мощности более чем на 6 дБ. Скорее всего, измерение КМШ с помощью такого сигнала даст совершенно иные результаты по сравнению с AWGN.

Метод спектральной корреляции

Создатели метода спектральной корреляции ставили перед собой задачу измерения КМШ с использованием испытательного сигнала, близкого по свойствам к рабочему сигналу испытываемого устройства.

Суть этого метода заключается в одновременном измерении входного и выходного сигналов испытываемого устройства и их сравнении во всей интересующей полосе частот. В линейной системе такое сравнение позволяет получить амплитудно-частотную характеристику (АЧХ) испытываемого устройства. В нелинейной системе присутствуют два дополнительных фактора:

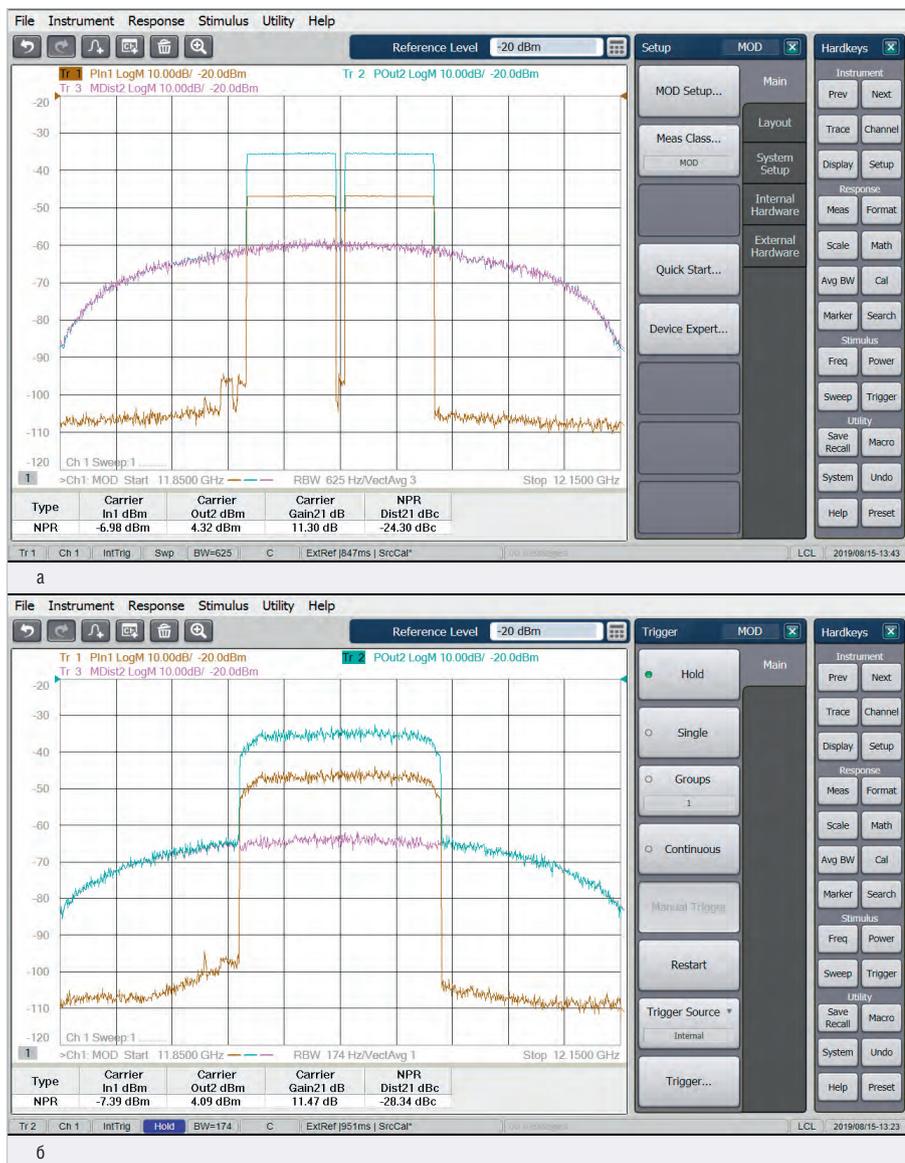


Рис. 4. Измерение КМШ методом спектральной корреляции: а) с использованием традиционного сигнала; б) с использованием сигнала с модуляцией 64QAM

компрессия и интермодуляция. Компрессия вызывается ограничением мощности выходного сигнала устройства и может быть представлена как переход энергии составляющих сигнала в их гармоники. Интермодуляционные искажения можно представить как переход энергии сигнала в комбинационные составляющие его компонентов. КМШ определяется именно интермодуляционными искажениями.

Для разделения продуктов влияния указанных факторов необходимо воспользоваться существующими между ними различиями: результаты компрессии коррелируются с составляющими входного сигнала, а интермодуляционные искажения – нет. Определяя корреляцию входного и выходного сигналов, можно отделить результаты компрессии и интермодуляционных искажений.

Измерение

Измерение КМШ методом спектральной корреляции было реализовано в виде приложения для измерения искажений модуляции для векторного анализатора цепей Keysight PNA-X [2]. Это приложение используется для измерения искажений с помощью традиционного испытательного сигнала и испытательного сигнала с модуляцией 64QAM на одной несущей. На рисунке 4 показаны результаты измерений, полученных этими двумя способами. В обоих случаях для формирования испытательных сигналов применялся генератор сигналов произвольной формы.

Необходимо обратить внимание на два важных момента. На рисунке 4а показаны три кривые. Жёлтая кривая соответствует входному сигналу испы-

туемого устройства, голубая кривая – выходному (как и на рис. 2). Фиолетовая кривая представляет собой результат расчёта интермодуляционных искажений методом спектральной корреляции. Как видно из рисунка, эта кривая совпадает с кривой для выходного сигнала в области просечки, что демонстрирует эквивалентность результатов измерений КМШ традиционным методом и методом спектральной корреляции. Метод спектральной корреляции позволяет определить уровень интермодуляционных искажений даже в той области спектра, где нет просечки. В результате просечка в испытательном сигнале для измерения КМШ больше не нужна. Это позволяет использовать в качестве испытательных самые разные сигналы, близкие по характеристикам к рабочим сигналам испытуемого устройства.

На рисунке 4б показаны результаты измерения КМШ того же устройства, но с помощью испытательного сигнала с модуляцией 64QAM. Поскольку этот сигнал имеет более консервативную кривую профиля мощности, искажения получаются меньше. Полученное значение КМШ при этом на 4 дБ меньше, чем при использовании традиционного метода.

Искажения реального сигнала испытуемого устройства оказываются меньше, чем это показывает традиционный метод измерения КМШ. Метод спектральной корреляции наглядно демонстрирует разницу.

Использование метода спектральной корреляции позволяет применять для характеризования искажений рабочие сигналы устройств, что позволяет получить при характеристике устройств нелинейные искажения той же природы, что и в случае работы устройства в реальных условиях. Впрочем, традиционный метод измерения КМШ может всё ещё пригодиться для сравнения однотипных компонентов.

Литература

1. Измерение сигналов с цифровой модуляцией с помощью кривых CCDF. Рекомендации по применению компании Agilent, публикация № 5968-6875EN.
2. Верспех Дж., Став А., Тейсип Дж., Кузано С. Измерение искажений модуляции в усилителях с помощью векторного анализатора спектра. 93-я конференция ARFTG по СВЧ-измерениям (ARFTG). Бостон, США. 2019. С. 1–4.





ПАТРОНАЖ ТПП РФ

21-23

СЕНТЯБРЯ 2020

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»

Radel

XX 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



Реклама

radelexpo.ru (812) 777-04-07

ОРГАНИЗАТОР ВЫСТАВКИ:



PROFESSIONAL EXHIBITION & CONGRESS ORGANIZER



Внедрение программ класса ECAD/EDA на российских приборостроительных предприятиях

Антон Плаксин (plaksin@eremex.ru), Илья Скворцов

Зачастую основная проблема импортозамещения инженерного ПО кроется не в принципиальном наличии российского аналога какого-либо популярного программного продукта, закрывающего весь необходимый функционал. Реальная проблема – страх предприятия перед проектом внедрения, который влечёт за собой организацию пилотного проекта, перенос имеющихся наработок, обучение персонала, дополнительную нагрузку как на ИТ-службу, так и на профильные подразделения – разработчиков электроники. В статье рассмотрены основные аспекты при внедрении сложного программного продукта класса ECAD/EDA на российских приборостроительных предприятиях на примере внедрения отечественной САПР электроники Delta Design.

Политические предпосылки

Мы живём в интересное время. Слова «санкции», «импортозамещение», «ограничительные меры» стали общеупотребительными. Существуют и создаются новые постановления и рекомендации профильных министерств РФ о преимущественном применении российского программного обеспечения для снижения зависимости от импортного ПО в стратегически важных отраслях промышленности. Например, есть Приказ Минкомсвязи РФ от 20.09.2018 № 486 и целая национальная программа «Цифровая экономика».

До недавнего времени в России именно в сфере радиоэлектроники была наиболее сложная ситуация с основным инструментом разработчика – САПР, где подавляющее большинство используемых систем автоматизированного проектирования принадлежит иностранным компаниям и ориентировано на зарубежные стандарты проектирования и производства: Synopsys, Cadence, Mentor Graphics, Altium, Zuken. В условиях санкций многие из этих САПР могут не поддерживаться, могут быть ограничения на предоставление обновлений и даже запреты на продажу новых версий. Ещё более острым является вопрос об отсутствии гарантий исключения из этих систем не декларируемых возможностей (НДВ) или закладок. А это вопрос информационной безопасности – один из важнейших для любого промышленного предприятия.

Крайне важно обеспечить уверенность заказчика в информационной чистоплотности разработчика. Ряд заказчиков ЭРЕМЕКС ценят готовность компании передать исходные коды для сертификации конкретной версии во ФСТЭК России.

Подкрепляющим фактором при выборе новой САПР часто является присутствие конкретных программных продуктов в Реестре отечественного софта Минкомсвязи РФ. Программные продукты ЭРЕМЕКС Delta Design, SimOne и ТороR входят в этот реестр под номерами 741, 935 и 740 соответственно. Они прошли соответствующие проверки и официально признаны происходящими из Российской Федерации.

Экономический (финансовый) аспект

Предполагаем, что долгосрочные экономические выгоды от применения новой САПР электроники предприятием осмыслены и проверены в рамках пилотного проекта. Далее сосредоточимся на процессе полномасштабного внедрения ПО на предприятии.

САПР электроники – основной инструмент для разработчика печатных плат на приборостроительном предприятии, он используется непрерывно как для создания новых проектов, так и для поддержки существующих. При этом процесс внедрения новой ECAD-системы подразумевает выделение со стороны предприятия временных и финансовых ресурсов.

Поэтому часто и разработчик ПО участвует в этом процессе, оказывая необходимые услуги и поддержку. Набор таких услуг для каждого предприятия индивидуальный и определяется в процессе переговоров и с учётом нюансов, выявленных на этапе выполнения пилотного проекта. Особенно важны такие моменты, как:

- текущие применяемые САПР электроники и версии этих систем;
- объём библиотек и проектов, которые будут переноситься в качестве эталонных в новую САПР;
- объём написания дополнительной документации (инструкции для схемотехников, конструкторов, библиотекарей, администраторов);
- текущая ИТ-инфраструктура предприятия, в которую потребуется интегрировать новую САПР электроники (смежные CAD, PLM/PDM системы);
- состав и объём обучающих курсов по работе в новой системе.

На рисунке 1 приведён пример списка услуг, оказываемых одному из предприятий в процессе проекта внедрения САПР Delta Design.

В отдельных случаях бюджет оказываемых услуг в процессе внедрения может составлять до 20% от цены внедряемых лицензий. При этом существуют различные меры поддержки со стороны государства для закупки отечественного инженерного ПО, например, меры поддержки, предлагаемые Министерством промышленности и торговли РФ в постановлении правительства под номером 109 от 17.02.2016.

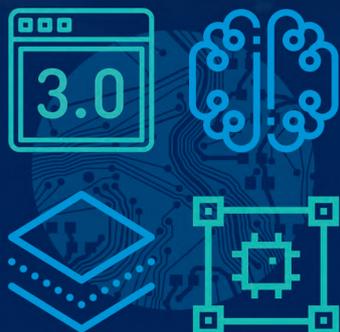
Кадровый аспект

Крылатое выражение И. В. Сталина «Кадры решают всё!» актуально и в наше время. При этом в процессе внедрения сложного программного продукта на предприятии должны участвовать две команды. Именно сотрудники предприятия вместе с группой от разработчика САПР являются драйверами проекта внедрения, без которого честное использование новой САПР на предприятии практически невозможно.



DeltaDesign 3.0

Новая версия первой российской современной САПР электроники сквозного цикла проектирования



- Улучшенный интерфейс
- Импорт библиотек из САПР Altium Designer
- Обширная библиотека SPICE-моделей (> 35 000 моделей)
- Аналоговое и цифровое моделирование в едином интерфейсе Delta Design
- Работа со встроенными блоками на принципиальной электрической схеме
- Изменённый режим синхронизации схемы и платы, ведение истории изменений проекта
- Расширение функционала редактора печатных плат
- Чертёж - новый модуль для оформления КД на печатную плату
- DeltaCAM – новый программный продукт для работы с производственными файлами

Скачайте триальную версию Delta Design 3.0 beta после короткой регистрации
www.eremex.ru/download-or-buy



-30%

Получите скидку 30% на Delta Design 3.0.
Условия участия в акции читайте на сайте
www.eremex.ru

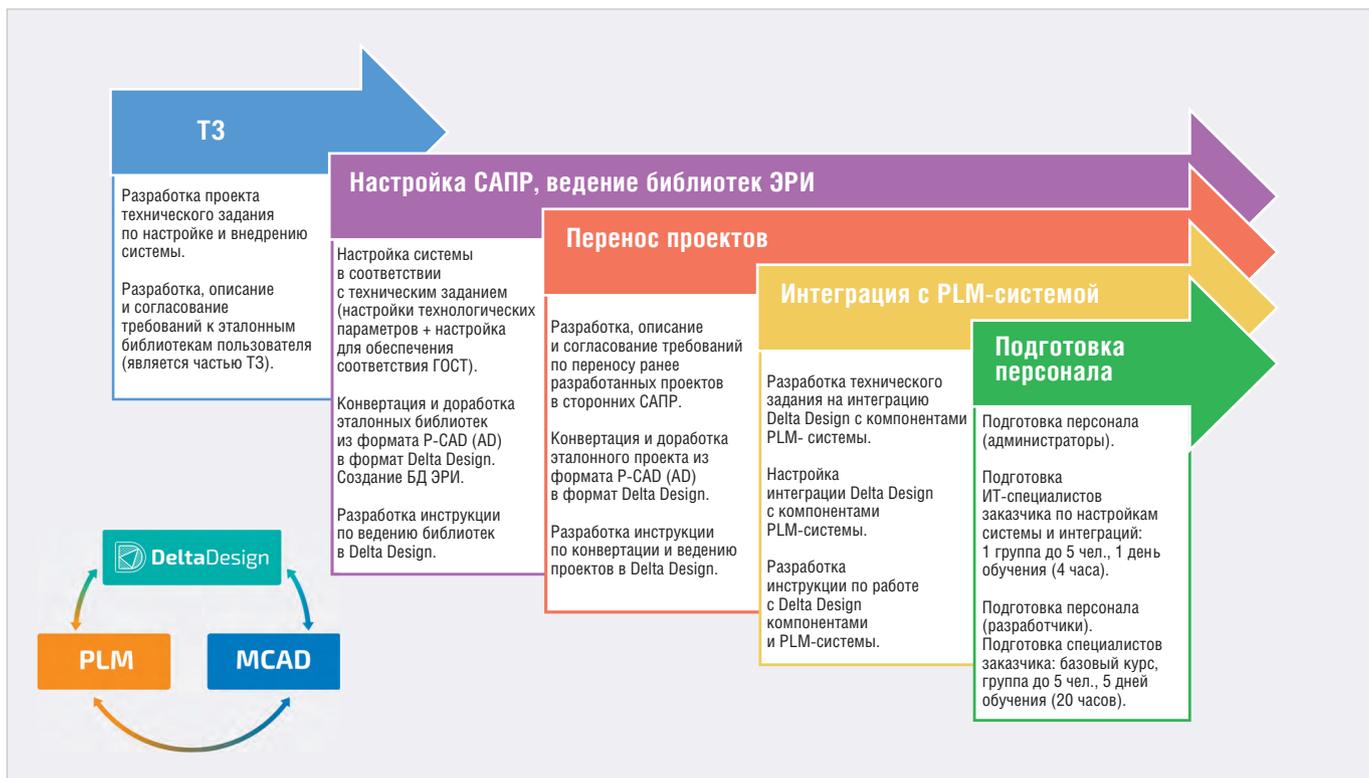


Рис. 1. Перечень работ по сопровождению Delta Design (внедрение системы на предприятии и настройка интеграции с PLM)

Вариант А. На предприятии существует подразделение, занимающееся автоматизацией инженерной деятельности или группа внедрения САПР. Это практически идеальный случай, ведь компетенции такого подразделения подразумевают навыки и знания и в ИТ, и в предметной области. В таком случае процесс внедрения в основном проходит через это подразделение, нивелируются затраты заказчика на обследование предприятия разработчиком. Обычно такие подразделения обладают всей необходимой на старте проекта внедрения информацией.

Вариант Б. Команда со стороны разработчика САПР контактирует как с представителями ИТ-подразделений, так и с представителями непосредственных пользователей, т.е. с инженерами-разработчиками. На старте проекта внедрения с их помощью происходит сбор информации в форме анкетирования. Привлекаемые к анкетированию сотрудники предприятия должны обладать хорошим опытом работы в подразделении, где происходит внедрение, так как многие вопросы касаются стандартов работы.

Пример списка вопросов для одного из предприятий, планирующих внедрять САПР Delta Design, приведён ниже:

- Выберите из выпадающего списка наиболее близкую организацию

процесса проектирования ПП у вас на предприятии:

- а. есть разделение специалистов под конкретные задачи на маршруте проектирования ПП (разработка библиотеки компонентов, разработка схемы электрической принципиальной, разработка конструкции ПП, трассировка ПП, подготовка комплекта КД, подготовка производственной документации, контроль технологических процессов);
- б. разработка одного изделия ведётся от начала и до конца, все процессы выполняет один человек.

- Сообщите количество сотрудников в вашей компании, занимающихся только проектированием печатных плат (конструкторов печатных плат) / только созданием принципиальных электрических схем / занимающихся и схемотехникой, и конструированием ПП?
- Планируется ли на предприятии расширение компетенций специалистов в область конструирования и трассировки ПП? (укажите количество специалистов)
- Количество сотрудников, которые НЕ занимаются ни схемотехникой, ни конструированием ПП, но имеют необходимость иметь на рабочем месте САПР электроники?

- Укажите максимальное количество одновременно работающих в САПР электроники сотрудников?
- Используется ли функционал по ВЧ-передаче сигналов, созданию сложных контуров ПП, выравниванию задержек сигналов?
- Какие САПР применяются на предприятии? Если их более трёх, отметьте из списка наиболее масштабно применяемые.
- Какие средства анализа и моделирования электронных схем используются в компании?
- Какие ещё программные продукты используются в процессе проектирования? Укажите ПО в каждой из предложенных категорий: «Механические САПР», «PLM», «Другое инженерное ПО».
- Планируется ли организация единой базы ЭРИ на предприятии?
- Соответствует ли программно-аппаратный комплекс предприятия минимальным требованиям для работы Delta Design?
- В каких форматах передаются проекты в производство?
- В каких форматах происходит обмен данными с другими компаниями (если выполняется совместная разработка)?

Результаты подобного анкетирования помогают составить портрет заказчика для разработчика и определить –

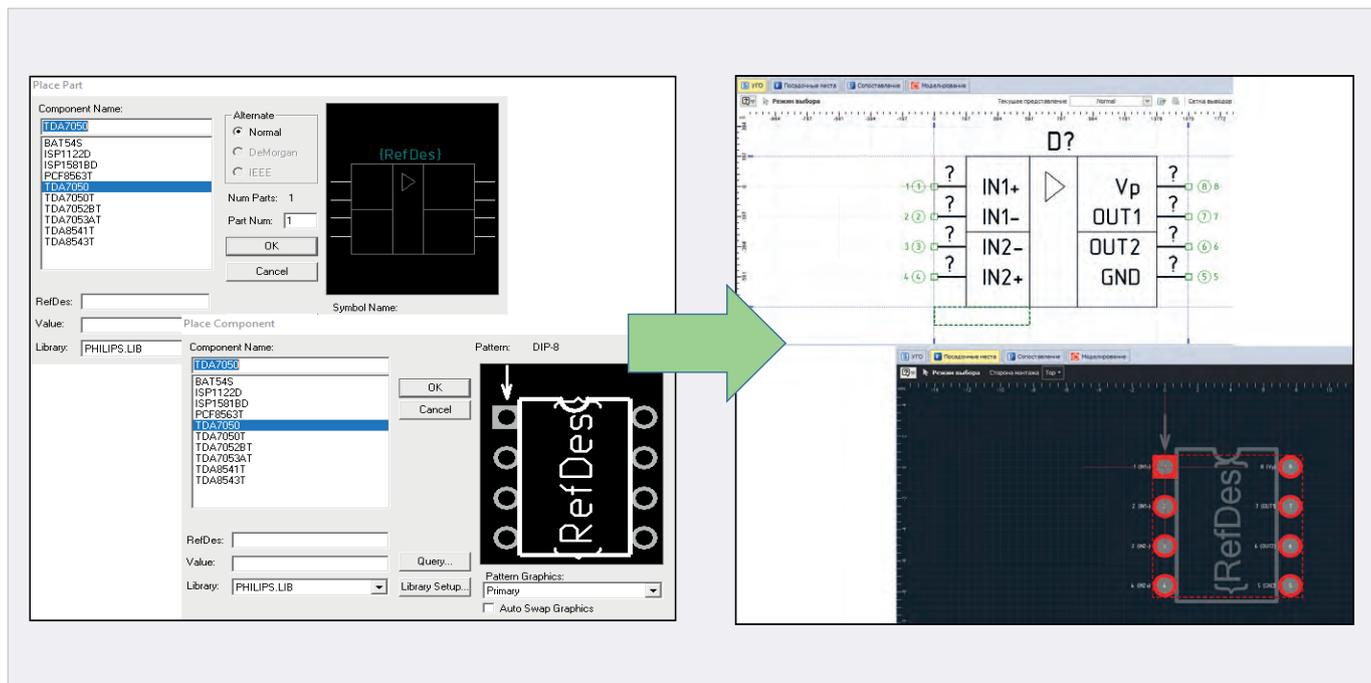


Рис. 2. Пример импорта компонента из P-CAD в Delta Design

на какие моменты стоит сделать упор в рамках проекта внедрения.

Технический аспект

Переход на новую САПР влечёт за собой стресс-тест как для персонала, так и для используемой техники. Поэтому первая техническая задача группы внедрения со стороны предприятия определить потребность в модернизации парка ПК и ПО, подготовить перечень закупок, закупить их и ввести новое оборудование в эксплуатацию. Для крупного предприятия от 100 инженеров, работающих с САПР PЭА, на это потребуется до 20 недель работы. Однако подобная мера актуальна лишь для предприятий с сильно устаревшим парком ПК. САПР Delta Design имеет средний уровень аппаратных требований, оптимальные параметры рабочей станции для ПО ЭРЕМЕКС можно определить следующим образом:

- процессор Core i5 (2,4 ГГц и выше);
- оперативная память минимум 2 Гб для 32 разрядной системы и 4 Гб для 64 разрядной;
- видеокарта с поддержкой DirectX 11 (желательно дискретная).

Далее проводится оценка объёма нормативно-технической документации, подлежащей разработке, или оценивается необходимый объём корректировок существующей. Всё ПО ЭРЕМЕКС сопровождается подробной документацией на русском языке, существуют дополнитель-

ные вспомогательные документы, например «Вводный курс», помогающий быстро запустить проект в Delta Design. На каждом конкретном предприятии могут быть свои стандарты работы, которые предусматривают подробные инструкции по работе в конкретной связке инженерного программного обеспечения. В этом случае команда от разработчика ПО подключает к работе своих технических консультантов (писателей).

Следующим важным техническим пунктом внедрения является подбор перечня пилотных изделий для отработки практики работы в САПР Delta Design. Под такие проекты готовятся библиотеки компонентов или стандартных изделий. Если на предприятии ранее использовались САПР P-CAD или Altium Designer, подготавливаются файлы в текстовых (ASCII) форматах этих систем для передачи данных в Delta Design. Последняя читает и бинарный формат библиотек P-CAD (библиотеки с расширением .LIB), но в этом случае потребуется установленный на данной машине P-CAD. Новейшая версия САПР Delta Design 3.0 поддерживает импорт библиотек из Altium Designer (см. рис. 2).

Одновременно с этими командами должны вестись работы по разработке механизма интеграции Delta Design в применяющиеся PLM/PDM-системы. Целями разработки такого механизма являются: как минимум – автоматизированное формирование конструкторской документации (в т.ч. перечней элементов, ведомости покупных изделий), как максимум – организация сквозной работы инженеров и всех смежных подразделений предприятия, таких как бухгалтерия, закупка, склады и др. При организации второго подхода новые ЭРИ заводятся в PLM-системе путём внесения всей необходимой атрибутивной информации о них, а уже в САПР PЭА они дополняются УГО, посадочным местом, 3D-моделью и другими математическими моделями (SPICE, Verilog, VHDL и пр.). То же верно и для инициации новых проектов, когда задача на создание проекта печатной платы приходит проектировщику через PLM, а уже из PLM он открывает САПР PЭА.

Заключение

В статье приведён обзор часто встречающихся аспектов в процессе внедрения САПР Delta Design на российских приборостроительных предприятиях. Этот процесс индивидуален для каждого предприятия, поэтому исключительно важен именно гибкий подход к внедрению: нужно слышать конечного пользователя, чтобы минимизировать дискомфорт от смены САПР; погружаться в специфику функционирования предприятия, чтобы внедрение новой САПР стало отправной точкой к повышению эффективности отделов разработки; быть готовыми к решению нестандартных задач.

Проектирование для производства (DFM)

Часть 4. Размещение компонентов

Игорь Зырин (igor.zyrin@altium.com), **Дэвид Марракчи**

В статье рассмотрены вопросы детальной проработки будущей печатной платы, которые позволят спланировать размещение и ориентацию компонентов платы с учётом технологических требований производства. Рассмотрена специфика размещения компонентов в зависимости от технологии изготовления, типов корпусов и назначения разрабатываемого устройства. Также рассмотрены возможности САПР Altium Designer, позволяющие учесть эти особенности.

Введение

Это заключительная статья цикла, посвящённого проектированию печатных плат с учётом технологии производства и технологических требований. В статье рассматриваются вопросы проектирования для производства (DFM). DFM – это способ организации процесса проектирования изделий на основе печатных плат. Достижение корректного результата может вызвать проблемы, если не соблюдать всех требований.

После того как выбраны материалы [1] и подходящая стратегия конструирования (подключение проводников, установка переходных отверстий, паяльная маска и финишные покрытия) печатной платы [2, 3], осталось определиться с тем, какие технологические требования необходимо учитывать при размещении ранее выбранных компонентов.

Процесс размещения компонентов окажет большое влияние на то, как в дальнейшем будет использовано полезное пространство платы. Этап размещения компонентов на плате может стать одним из самых сложных в процессе проектирования. Тип компонентов и способ их установки очень сильно влияют на последующее размещение на плате. Далее будут даны рекомендации, как оптимизировать размещение компонентов с точки зрения технологичности и учёта требований разрабатываемого устройства.

От правильного подхода к проектированию печатной платы зависит процесс её последующего изготовления. Подход к проектированию печатной платы может отличаться от проекта к проекту, однако существует ряд конструктивных рекомендаций, которые позволяют учесть требования DFM и довести про-

ект платы до завершения без проблем, связанных с производством.

Общие рекомендации по размещению

Прежде чем углубиться в нюансы размещения и ориентации компонентов, необходимо запомнить несколько базовых рекомендаций:

- для эффективности процесса пайки рекомендуется выполнять одинаковое ориентирование компонентов в одинаковых корпусах;
 - при одновременном использовании технологии пайки волной и компонентов, монтируемых в отверстия, нежелательно располагать компоненты на стороне пайки за компонентами, монтируемыми в отверстия;
 - для ускорения производства и удешевления стоимости платы стоит разместить на одной стороне все компоненты поверхностного монтажа, монтируемые по технологии группового поверхностного монтажа, а остальные компоненты (которые предназначены для установки вручную) – на другой стороне;
 - при выборе типов корпусов компонентов старайтесь выбирать компоненты, устанавливаемые по одной технологии. Смешение технологий монтажа может потребовать дополнительных манипуляций, что увеличит время и стоимость изготовления;
 - для обеспечения качественной пайки компонентов уделите внимание слою паяльной маски;
 - для компонентов ручного монтажа укажите контактные площадки заземления и место для заземления на плате.
- Описанные рекомендации позволяют избежать большинства проблем

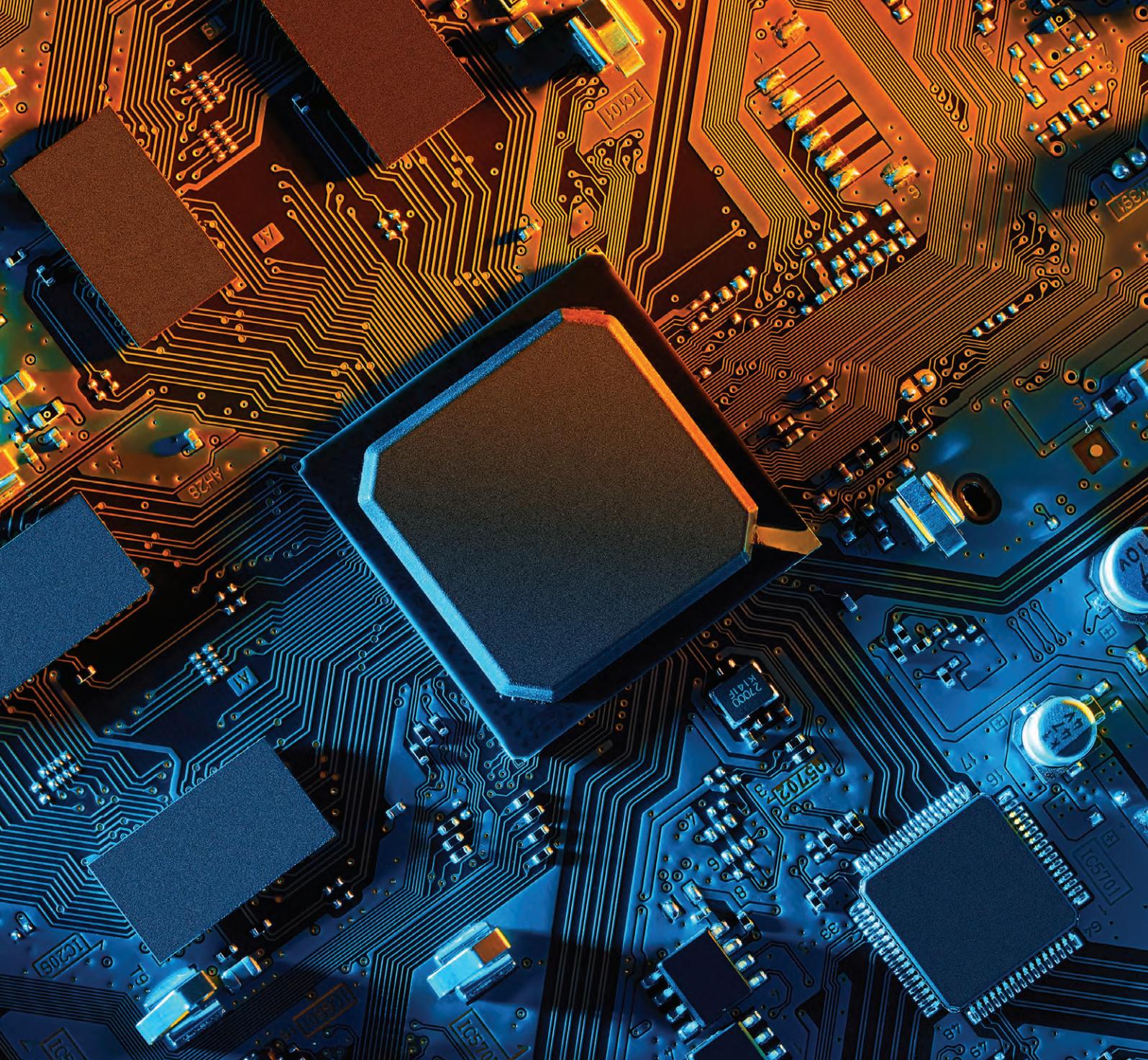
и задержек при изготовлении платы. Далее будут даны рекомендации в зависимости от конкретных корпусов и при использовании определённых технологий изготовления.

Размещение компонентов и расстояние между ними

Первый вопрос при размещении компонентов: какова величина минимально необходимого расстояния между компонентами? Именно это расстояние повлияет на процесс пайки, ремонтно-пригодность устройства, ограничения по тестированию, производительность изготовления и в конечном счёте – на надёжность устройства. Недостаточное расстояние между компонентами может привести к тому, что при размещении компонентов станок не сможет их установить, понадобится ручной труд. Максимальное расстояние между корпусами на плате ограничивается массогабаритными характеристиками платы, технологическим оборудованием и быстродействием работы схемы. В некоторых случаях необходимо располагать компоненты поверхностного монтажа как можно ближе друг к другу.

Больше всего ограничений по размещению компонентов имеет технология пайки волной припоя. Неправильное расположение компонентов относительно волны припоя может привести к дефектам пайки. Когда появляется необходимость в произвольном расположении чип-компонентов на нижней стороне (предназначенной для пайки волной), для предотвращения эффекта затенения следует соблюдать минимальное расстояние между компонентами (см. рис. 1).

В общем случае рекомендуется соблюдать расстояние между компонентами, равное высоте самого высокого компонента (минимум – 1/2 высоты). Зависимость минимального расстояния между КП чип-компонентов от сложности изготовления платы показана на рисунке 2. Рекомендуемые расстояния между компонентами в зависимости от типа корпуса можно найти в таблице [4]. Более подробную информацию можно



Electronics Lifecycle
Management

Altium

- Поставка САПР Altium Designer, Altium Concord, PDN Analyzer
- Техническая поддержка и Обучение
- Внедрение

www.elm-c.ru



ООО "ЭЛМ" официальный дистрибьютор Altium Limited

Тел. +7 (495) 005-51-45 Email: info@elm-c.ru www.elm-c.ru

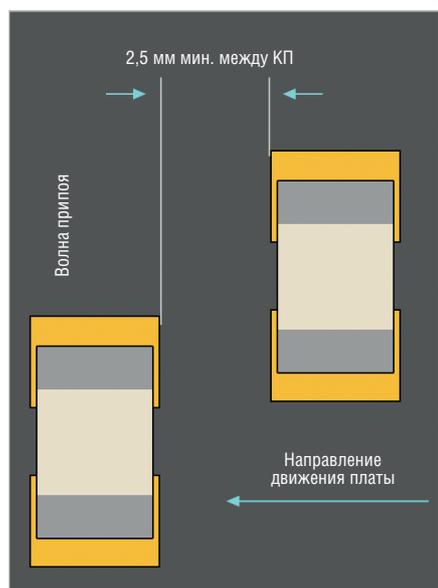


Рис. 1. Расстояние между компонентами при пайке волной

узнать из стандарта IPC-7351 [5]. Минимально допустимое расстояние между компонентами можно узнать у выбранного изготовителя печатных плат.

Если печатная плата состоит из крупных компонентов высотой более 5 мм, рекомендуется сделать расстояние между компонентами равным высоте корпуса самого большого компонента. Этот подход позволит обеспечить достаточное место для визуального осмотра и возможных последующих доработок.

Для соблюдения теплового баланса платы во время оплавления припоя желательно распределить компоненты как можно более равномерно по всей плате. Это гарантирует равномерность прогрева платы (ни одна область на плате не будет горячее другой). С целью минимизации изгибов и перекосов дополнительно рекомендуется избегать расположения крупных компонентов в одной области платы, что обеспечит сбалансированное распределение тепла.

Рекомендуемые расстояния между компонентами (размеры указаны в мм)

От \ До	Чип-компоненты	Танталовые компоненты	SOIC	QFP/QFN	SOT23	PLCC	BGA	CSP	DIP
Чип-компоненты	1*	1,27	1	2,54	1,27	1,27	3,17	3,17	1,5
Танталовые компоненты	1,27	1,27	1,4	2,54	1,9	2,54	3,17	2,54	1,5
SOIC	1	1,4	1,27	2,54	1,27	2,54	3,17	3,17	1,5
QFP/QFN	2,54	2,54	2,54	2,54	2,54	2,54	6,35	6,35	2,54
SOT23	1,27	1,9	1,27	2,54	0,89	2,54	3,17	3,17	1,5
PLCC	1,27	2,54	2,54	2,54	2,54	2,54	3,17	3,17	1,5
BGA	3,17	3,17	3,17	6,35	3,17	3,17	6,35	6,35	3,17
CSP	3,17	2,54	3,17	6,35	3,17	3,17	6,35	2,54	3,17
DIP	1,5	1,5	1,5	2,54	1,5	1,5	3,17	3,17	2,54

Примечание: *При уменьшении размера корпуса может быть уменьшено и расстояние между компонентами. Например, для корпуса 0402 компоненты могут быть расположены на расстоянии 0,5 мм, а для корпуса 0603 – на расстоянии 0,64.

Неравномерное распределение тепла может привести к появлению у чип-компонентов эффекта «надгробного камня», неправильной пайки оплавлением, из-за которой образуется паяное соединение только с одной стороны компонента (см. рис. 3).

Если при изготовлении печатного модуля применяется технология конвейерной сборки, необходимо оставлять зазор в 5 мм от края платы до компонентов в направлении движения платы. Это нужно для фиксации платы на конвейере и транспортировки по ленте.

Отдельно стоит остановиться на размещении компонентов в корпусе BGA. Рекомендуется располагать все BGA-компоненты с одной стороны печатной платы. Это позволит избежать дополнительных технологических операций при двустороннем монтаже. В случае двустороннего монтажа у изготовителя платы должна быть предусмотрена технология, обеспечивающая поддержку уже установленных в процессе монтажа компонентов со второй стороны, например использование термоотверждаемого клея. При использовании печатных плат стандартной толщины (1,5 мм) и площадью более 160 см² компоненты в

корпусах BGA и QFP не рекомендуется располагать в центре платы из-за деформации, вызванной большой массой компонентов (см. рис. 4).

Если конструкция устройства предполагает наличие компонентов в корпусах BGA с двух сторон, необходимо смещать их относительно друг друга для облегчения монтажа, дальнейшего ремонта и контроля качества пайки (см. рис. 5).

Размещать чип-компоненты под корпусами BGA или ZIF с противоположной стороны платы следует только при обоснованной необходимости, поскольку это тоже усложняет проверку и ремонт таких конструкций.

Для сохранения единообразия конструкций и облегчения процесса сборки рекомендуется размещать все полярные конденсаторы, ориентируя положительный контакт вправо или вниз. Полярность конденсаторов обязательно необходимо указывать на слое шелкографии. Блокировочные конденсаторы всегда размещаются как можно ближе к выводам питания микросхем. При пайке волной припоя конденсаторы необходимо располагать перпендикулярно корпусам SOIC и потоку припоя.

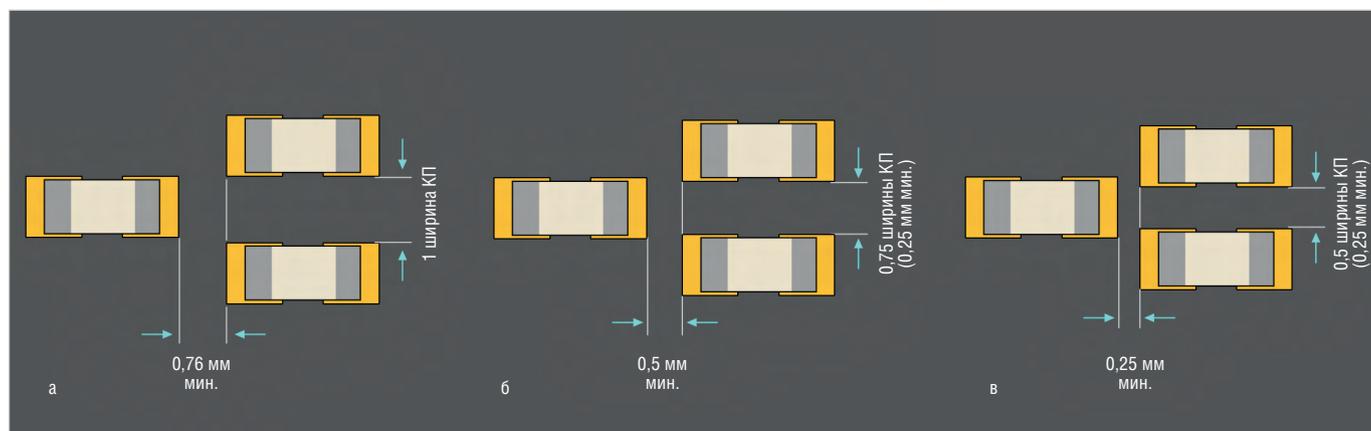


Рис. 2. Расстояние между КП чип-компонентов: а) изготовить легко; б) изготовление средней сложности; в) изготовить сложно

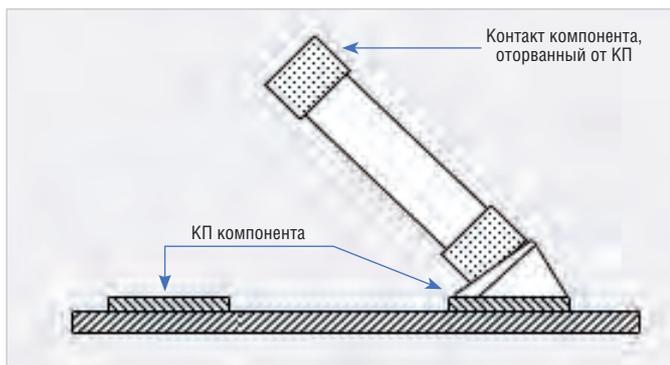


Рис. 3. Контакт компонента оторван от КП (эффект «надгробного камня»)

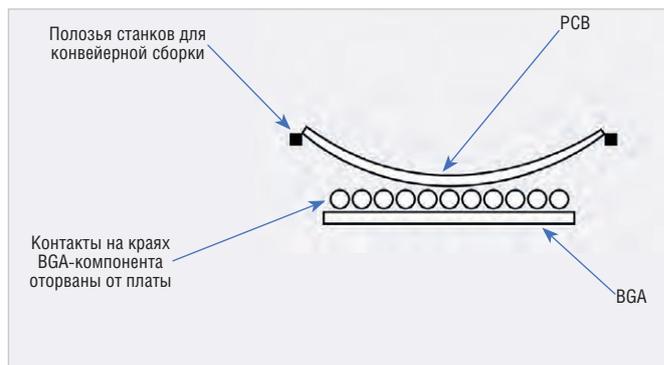


Рис. 4. Пример эффекта изгиба и скручивания платы с BGA-компонентами

Ориентация платы и компонентов при пайке волной

Большинство ограничений по размещению компонентов связаны именно с использованием технологии пайки волной припоя. Из-за этих ограничений данная технология монтажа компонентов постепенно заменяется более современными. Однако она имеет и ряд преимуществ: высокая производительность, отсутствие требований к высокой квалификации персонала, возможности одновременной пайки компонентов смешанного монтажа и пайки по бессвинцовой технологии. Если изготовитель печатных плат использует именно эту технологию, необходимо придерживаться некоторых дополнительных ограничений. Есть ряд технологических факторов, которые напрямую влияют на то, как плата будет проходить через сборочное оборудование производителя и какое расстояние должно быть от компонентов до края платы (в зависимости от контура платы).

При пайке волной, во избежание образования зон перегрева, рекомендуется выполнять равномерное распределение компонентов по печатной плате (см. рис. 6а). Расположение крупных компонентов в одной зоне может стать причиной повышения температуры пайки с риском перегрева чип-компонентов (см. рис. 6б).

Идеально	Плохо
Смещены	Зеркально
 Плата	 Плата
Простой рентген-контроль. Простые способы ремонта. Открытая противоположная сторона упрощает тестирование и отладку.	Сложно найти дефекты на рентген-контроле. Ремонт одного компонента может испортить второй.

Рис. 5. Стратегия размещения BGA-компонентов

Для пайки волной рекомендуется печатную плату расположить так, чтобы волна припоя проходила по длинной стороне. Это минимизирует изгиб печатной платы и сложность настройки технологического оборудования.

Компоненты необходимо ориентировать относительно контура платы и предполагаемого будущего места пайки вдоль длинной стороны. Чип-компоненты и компоненты в корпусах SOIC ориентируются параллельно направлению потока припоя, как показано на рисунке 7а. Самая плохая ситуация – перпендикулярное расположение компонентов относительно друг друга (см. рис. 7б). При этом возникают эффекты затенения и неравномерности пайки, а иногда даже непропай. Необходимо контролировать расположение компонентов: маленькие не должны находиться в «тени» больших.

Контроль выполнения технологических требований в САПР Altium Designer

Для управления размещением компонентов и его контроля в процессе проектирования печатной платы в Altium Designer существует группа правил *Placement*, которая позволяет определять и контролировать различные технологические требования, связанные с размещением компонентов.

Для контроля зазора между компонентами существует специальное правило проектирования *Component Clearance* (см. рис. 8). Зазор можно контролировать как с учётом реальной трёхмерной модели, так и по специальному слою в посадочном месте компонента.

Для соблюдения ориентации компонента относительно длинной стороны платы

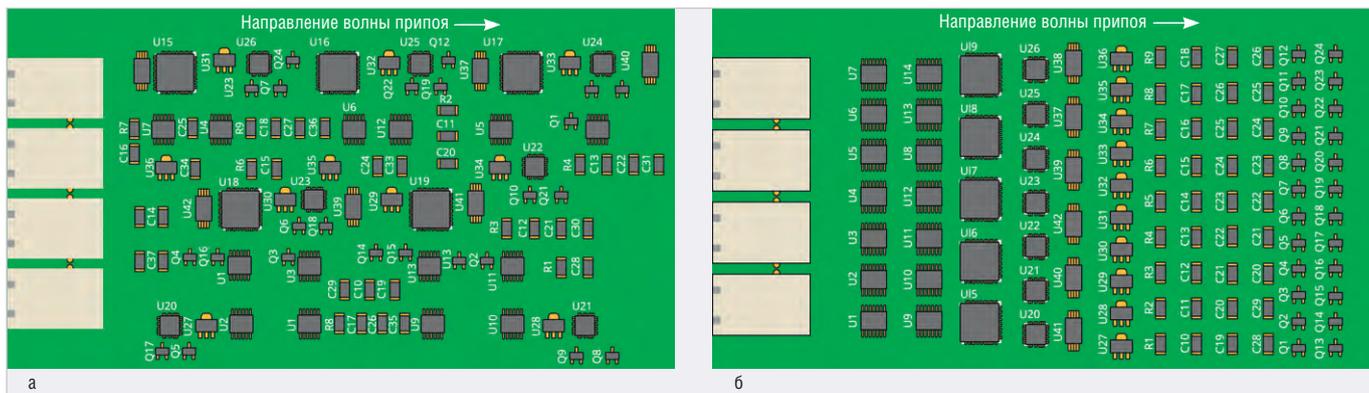


Рис. 6. Размещение крупных компонентов: а) равномерное; б) в одной зоне

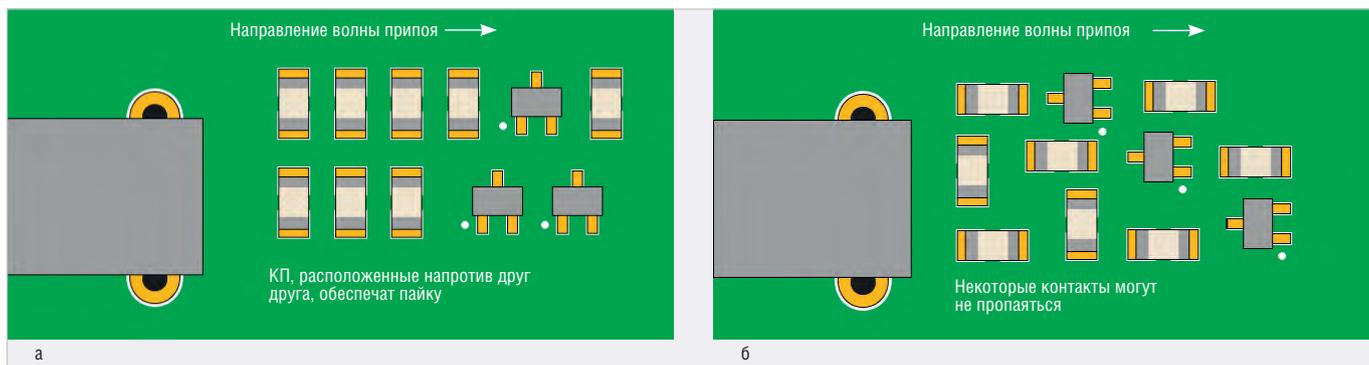


Рис. 7. Ориентирование компонентов: а) хорошее; б) плохое

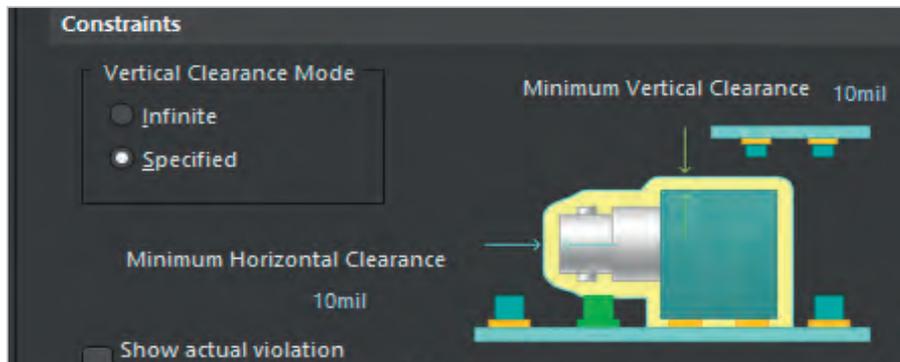


Рис. 8. Правило Component Clearance

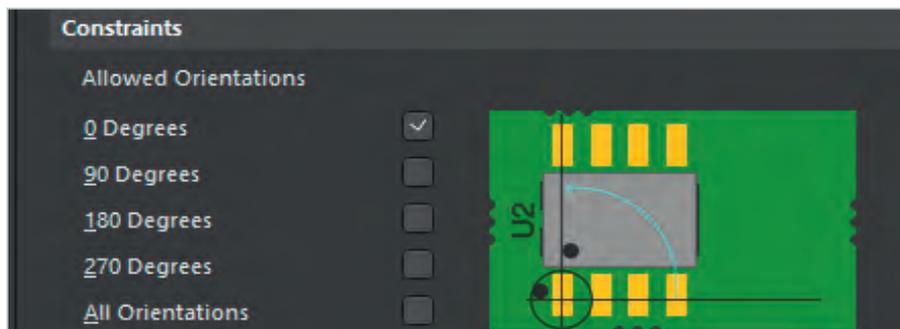


Рис. 9. Правило Component Orientations

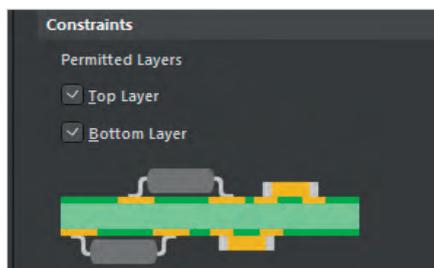


Рис. 10. Правило Permitted Layers

предусмотрено правило проектирования *Component Orientations* (см. рис. 9), которое позволяет проконтролировать расположение компонентов параллельно направлению волны припоя, при этом можно ограничить правило только определённым типом корпуса. Для этого в области *Where The Object Matches* необходимо выбрать параметр *Package* и указать желаемый тип корпуса, например SOIC.

Для назначения компонентов определённым слоям можно воспользоваться правилом *Permitted Layers* (см. рис. 10), которое позволит проконтролировать установку компонентов в корпусе BGA только с одной стороны или размещение всех компонентов, монтируемых по технологии группового монтажа, на одной стороне для ускорения и удешевления последующего производства.

Существуют и другие правила проектирования, позволяющие выполнить корректную установку компонентов и ограничить зону установки на определённом участке платы (*Room Definition*), указать максимальную высоту компонентов (*Height*). Также имеется правило, позволяющее не учитывать какую-либо цепь (*NetsToIgnore*) в процессе компоновки платы.

Заключение

В процессе размещения компонентов на печатной плате крайне важно учитывать и технологию изготовления самой платы. От качества выполнений технологических требований и рекомендаций в значительной степени будет зависеть надёжность, ремонтопригодность, скорость и стоимость изготовления будущего устройства.

Информация, изложенная в четырёх частях цикла статей по DFM, позволит избежать проблем с последующим изготовлением спроектированной печатной платы. Однако есть и другие аспекты, влияющие на процесс изготовления устройства. В следующих статьях, посвящённых печатным платам (уже за пределами цикла DFM), будет рассмотрено оформление документации по ЕСКД, нюансы размещения тестовых контрольных точек для отладки и тестирования, а также многое другое.

Выполнить все требования, предъявляемые производителем печатных плат, поможет набор инструментов, входящих в состав САПР Altium Designer.

Литература

1. Зырин И., Марракчи Д. Проектирование для производства (DFM). Часть 1. Выбор материалов. Современная электроника. 2019. № 9.
2. Зырин И., Марракчи Д. Проектирование для производства (DFM). Часть 2. Подготовка стратегии конструирования печатного узла. Современная электроника. 2020. № 3.
3. Зырин И., Марракчи Д. Проектирование для производства (DFM). Часть 3. Подготовка стратегии конструирования печатного узла. Современная электроника. 2020. № 4.
4. Spirent Communications. PCB CAD Design Guidelines. 2005.
5. Общие требования к технологии поверхностного монтажа. IPC-7351 Generic Requirements for Surface Mount Design. URL: http://pcbget.ru/Files/Standarts/IPC_7351.pdf.

18-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ЭЛЕКТРОНИКИ

Chip EXPO-2020

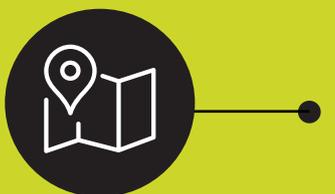
КОМПОНЕНТЫ | ОБОРУДОВАНИЕ | ТЕХНОЛОГИИ

ВЫСТАВКА ПРОЙДЕТ

15-17.09

В ТЕХНОПАРКЕ ИННОВАЦИОННОГО ЦЕНТРА

СКОЛКОВО



ТЕМАТИЧЕСКИЕ ЭКСПОЗИЦИИ:

- Экспозиция Департамента радиоэлектронной промышленности Минпромторга России, включая:
 - экспозицию предприятий, являющихся изготовителями изделий, включенных в единый реестр российской радиоэлектронной продукции (Постановление Правительства РФ №878),
 - экспозицию разработок, созданных в рамках государственной программы «Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности на 2013–2025 годы» (Постановление Правительства РФ №109),
 - экспозицию разработок, обеспечивающих выполнение приоритетных национальных проектов.
- Дивизионы кластера «Радиоэлектроника» ГК «Ростех»
- Квалифицированные поставщики ЭКБ
- Участники конкурса «Золотой Чип»
- Стартапы в электронике
- Консорциумы и дизайн-центры по электронике
- Корпорация развития Зеленограда

ОФИЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА:



Реклама

ОРГАНИЗАТОРЫ:

ЗАО «ЧипЭКСПО» Москва, 121351, ул. Ярцевская, д.4. Тел.: +7 (495) 221-50-15
E-mail: info@chipexpo.ru <http://www.chipexpo.ru>

Настройка синхронизации данных Concord Pro и Windchill PDMLink

Вадим Иванов (v.ivanov@glavkon.com)

В статье рассказывается о том, как организовать синхронизацию данных между Altium Concord Pro и Windchill PDMLink с помощью инструмента Component Sync. Несложное редактирование конфигурационного файла позволит настроить соединение с PDM-системой и встроить Altium Designer в существующую ИТ-среду предприятия.

Altium Concord Pro представляет собой единый источник данных о компонентах и актуальной информации от поставщиков, средство отслеживания компонентов в проектах и инструмент совместной работы с инженерами-механиками. Все эти функциональные возможности реализованы в рамках унифицированной среды Altium Designer.

В данной статье речь пойдёт не о самом продукте, а лишь об одной его составной части – Component Sync, которая позволяет синхронизировать данные о компоненте и передавать информацию между двумя системами Concord Pro и PDM. На данный момент осуществляется поддержка трёх систем:

1. PTC Windchill® PLM (11.0 M030);
2. Arena® PLM;
3. Oracle® Agile™ PLM.

Рассмотрим механизм работы на примере Windchill PDMLink – организационно-технической системе управления данными об изделии, обеспечивающей управление всей информацией об изделии. При этом в качестве изделий могут рассматриваться различные сложные технические объекты, например, корабли и автомобили, самолёты и ракеты, компьютерные сети.

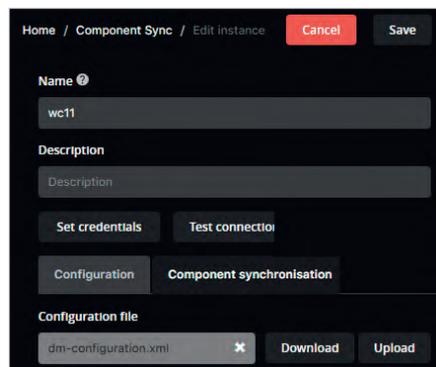


Рис. 1. Настройка подключения к серверу Windchill PDMLink

Главное предназначение системы Windchill PDMLink – управление информацией и облегчение доступа к данным об изделии на протяжении всего его жизненного цикла. Это достигается благодаря возможности объединения

всех данных об изделии в единую логическую систему. В результате такого объединения все, кто принимает участие в разработке изделия, получают распределённый авторизованный доступ к проектной информации и управлению процессами проектирования.

Инструмент Component Sync синхронизирует данные и создаёт WTPart на основе объектов управляемых компонентов в Concord Pro. WTPart (Часть) – сущность в Windchill PDMLink, которая хранит в себе атрибутивную составляющую. Части связываются между собой

Листинг 1. Настройка конфигурационного файла dm-Windchill-config-basic.xml

```
<DMConfiguration xmlns="dm-config" xmlns:ns2="dm-config-common"
id="Windchill-generated" version="1">
  <Instance>
    <Driver>Windchill</Driver>
    <Url>http://your_PDM.ru/Windchill</Url>
  </Instance>
  <Schema>
    <Entity altiumType="Resistors" plmType="Resistor">
      <ToPlm sync="true">
        <CreateInfo>
          <Numbering name="Резистор">
            <Fields/>
          </Numbering>
          <Folder>Components/Resistors</Folder>
        </CreateInfo>
        <SourceCriteria/>
        <Attributes>
          <ns2:Attribute attributeType="revision"
required="true">
            <ns2:Key>Name</ns2:Key>
            <ns2:Value>${parameter.name}</ns2:Value>
          </ns2:Attribute>
          <ns2:Attribute attributeType="item"
primaryKeyOrdinal="1" required="true">
            <ns2:Key>Number</ns2:Key>
            <ns2:Value>${parameter.PlmPartNumber}</
ns2:Value>
          </ns2:Attribute>
          <ns2:Attribute attributeType="revision"
required="false">
            <ns2:Key>Description</ns2:Key>
            <ns2:Value>${parameter.description}</
ns2:Value>
          </ns2:Attribute>
          <ns2:Attribute attributeType="revision" required="false">
            <ns2:Key>PWR</ns2:Key>
            <ns2:Value>${parameter.Power}</ns2:Value>
          </ns2:Attribute>
          <ns2:Attribute attributeType="revision"
required="false">
            <ns2:Key>Pins</ns2:Key>
            <ns2:Value>${parameter.Pins}</ns2:Value>
          </ns2:Attribute>
          <ns2:Attribute attributeType="revision"
required="false">
            <ns2:Key>Tolerance</ns2:Key>
            <ns2:Value>${parameter.Max Operating
Temperature}</ns2:Value>
          </ns2:Attribute>
        </Attributes>
        <Options/>
      </ToPlm>
    </Entity>
  </Schema>
</DMConfiguration>
```

Листинг 2. Определение контейнера для хранения WTPart в Windchill PDMLink

```
<Entity altiumType="Resistors" plmType="Resistor">
  <ToPlm sync="true">
    <CreateInfo>
      <Numbering name="Резистор">
        <Fields/>
      </Numbering>
    </CreateInfo>
  </ToPlm>
</Entity>
```

образуя структуру. К частям привязываются различные объекты, например, документы, САД-документы, модели и т.п.

Настройка систем проводилась в следующих версиях программного обеспечения:

- Concord Pro Altium Concord Pro 1.1.7.76;
- Windchill 11 m 030 CPS17.

После успешной инсталляции запускаем систему и переходим к настройкам Concord Pro, а именно – изменим настройки подключения к PDM. Для этого нужно зайти в раздел Concord ProAdmin → Component Sync → Add Instance (см. рис. 1). В созданном экземпляре необходимо скачать конфигурационный xml-файл и заполнить выделенные поля (см. Листинг 1).

Далее переходим к настройке типов компонентов, атрибутов и расположения контейнера выгрузки (см. Листинг 2).

Настройка типов и атрибутов выполняется в строке:

```
<Folder>Components/Resistors</Folder>.
```

После внесения всех изменений необходимо загрузить xml-файл обратно в Concord и проверить соединение. Для этого потребуются ввести учётные данные. Если все шаги были проделаны

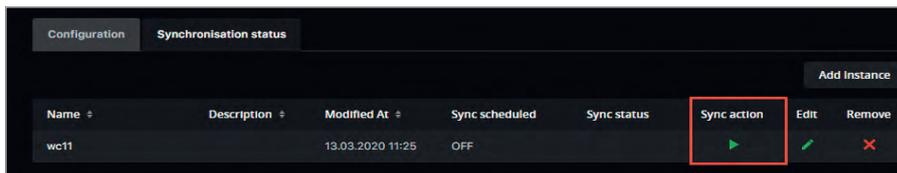


Рис. 2. Запуск процесса синхронизации компонентов

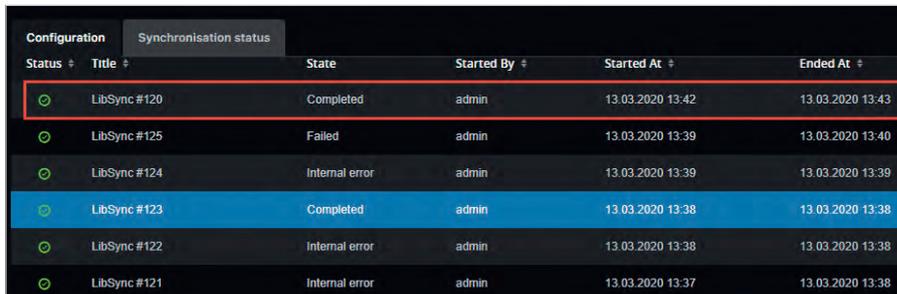


Рис. 3. Наблюдение за состоянием синхронизации

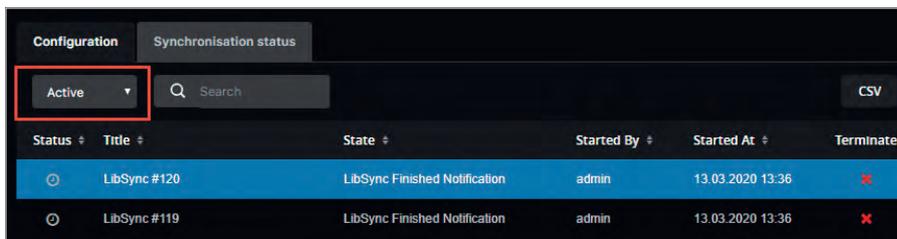


Рис. 4. Выбор фильтра для просмотра результатов синхронизации

Glavkon

– We make the complex simple

Как купить Altium Designer за 299 000 руб.??*

Переход с любой старой версии Altium Designer за 379 000 руб.

Обновить Altium Designer за 74 000 руб.??*

Акции действуют до 30.06.2020г.
* только для компаний из реестра МСП rmsp.nalog.ru

Скачать Board Assistant для оформления КД по ЕСКД на glavkon.com/boas

glavkon.com
youtube.com/glavkon
+7.812.922.28.98
info@glavkon.com

Реклама

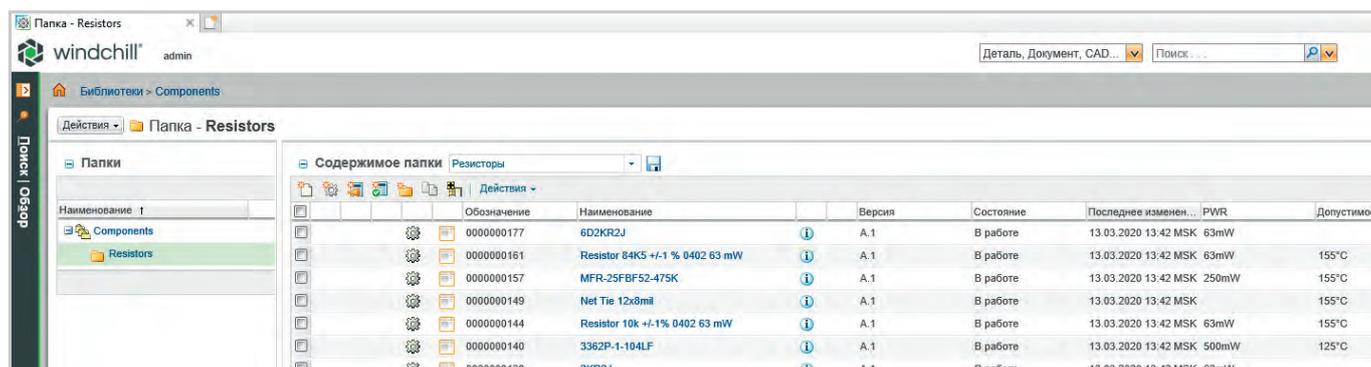


Рис. 5. Созданные в Windchill PDMLink объекты WTPart

ны правильно, то на экране появится сообщение об удачном подключении к Windchill PdmLink, после чего можно запустить синхронизацию данных, нажав на кнопку Sync action (см. рис. 2).

Во время выгрузки можно следить за статусом процесса (см. рис. 3). Детали выгрузки будут доступны и после её окончания. Для этого необходимо выбрать из выпадающего списка меню вместо пункта Active пункт Closed (см. рис. 4).

Убедиться в том, что данные выгружены правильно, можно, открыв в Windchill PDM-контейнер, который был указан в конфигурационном xml-файле (см. рис. 5). Здесь же можно проверить карточку компонента (см. рис. 6).

Благодаря Concord Pro на рынке появилось готовое коробочное решение, которое позволяет передавать данные из ECAD Altium Designer. Это существенно облегчает внедрение PDM или встраивание Altium Designer в уже сложившуюся ИТ-инфраструктуру предприятия. Тем не менее, хочется отметить, что существующих функциональных возможностей недостаточно, так как остаются открытыми вопросы о передаче проекта, выполненного в Altium Designer, и построении электронной структуры. После изучения конфигурационных файлов Concord Pro можно

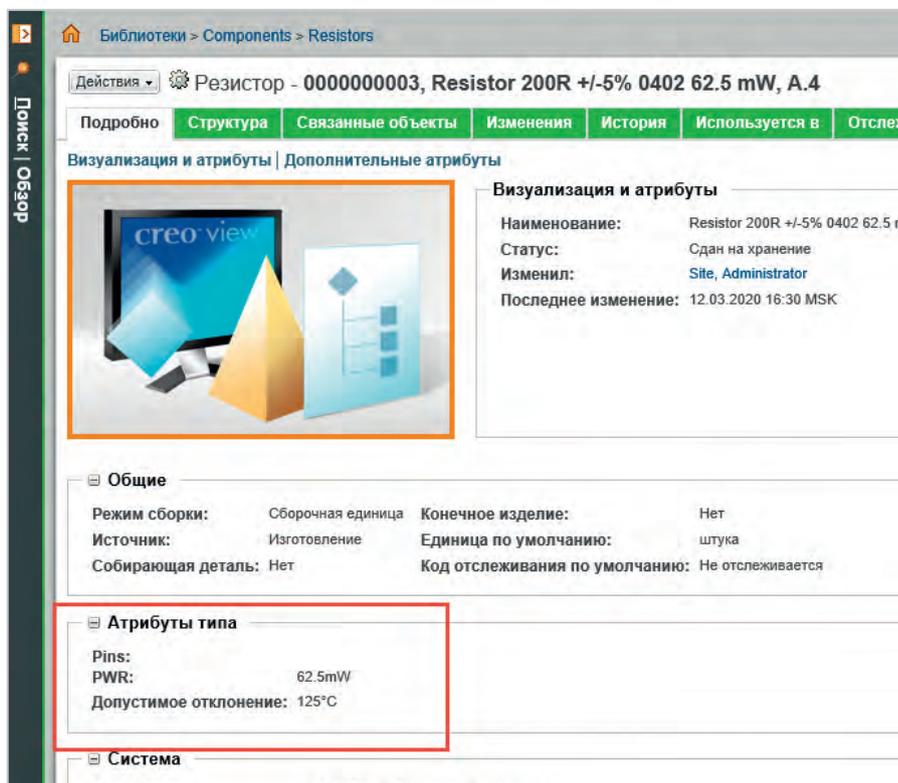


Рис. 6. Атрибутивная составляющая WTPart

предположить, что такие возможности предусмотрены разработчиками и в ближайшее время они будут реализованы.

Обучающие материалы по данной теме и примеры выполненных про-

ектов по интеграционным решениям доступны по ссылке [1].

Литература

1. URL: [//www.youtube.com/glavkon](http://www.youtube.com/glavkon). ©

НОВОСТИ МИРА

РАЗРАБОТЧИКИ «ЭЛЬБРУСОВ» СКОРО РАСКРОЮТ СЕКРЕТЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ СВОИХ ЧИПОВ

Компания МЦСТ, разрабатывающая линейку российских микропроцессоров «Эльбрус», выложит в открытый доступ методическое пособие по оптимальному программированию для платформы «Эльбрус». Об этом заявил заместитель генерального директора МЦСТ по марке-

тингу Константин Трушкин: «Это пособие будет активно развиваться. Мы пока что не можем назвать его учебником, оно не закончено, оно имеет массу недостатков, мы это сами знаем, но мы будем его развивать и выкладывать как можно раньше для общего доступа, чтобы информация распространялась».

Развивать и улучшать это пособие в МЦСТ рассчитывают совместно с ИТ-сообществом, которое сможет делиться сво-

ими идеями. Для этого нужна система обратной связи, поэтому специалисты МЦСТ планируют запустить форум и «википедию» (энциклопедия на основе вики-движка).

Публикация пособия и открытие форума должны состояться в ближайшее время.

В рамках своего видео обращения на вопрос о приоритетных способах портирования программ на платформу «Эльбрус» Константин Трушкин указал на необходимость программирования на языках C и C++ без за-

вязки на конкретную платформу: «Если пишете кросс-платформенно на этих языках, то скорее всего легко свой код перенесёте на платформу “Эльбрус”. Конечно, при условии, что вы уже перенесли ваш софт на Linux, и ваш софт на нём хорошо работает без привязки к каким-то закрытым библиотекам. Важно, чтобы в вашем коде не было так называемых ассемблерных вставок и других сильно зависящих от архитектуры фрагментов кода. Тогда всё переносится обычной перекомпиляцией».

Рассуждая о перспективах развития компании в обозримом будущем, представитель МЦСТ отметил, что компания не собирается отказываться от альтернативной по отношению к «Эльбрус» архитектуре SPARC. Данная архитектура, в частности, нашла воплощение в процессорах МЦСТ R-1000 и МЦСТ R-2000. Второй из этих чипов был представлен в начале 2018 г. и предположительно будет востребован в телеком-оборудовании. В МЦСТ наработки на SPARC считают истинно своими, хотя и признают, что система команд в них лицензированная.

Напомним, архитектура SPARC (Scalable Processor Architecture – масштабируемая архитектура процессора) была разработана в середине 1980-х годов компанией Sun



Microsystems, но спустя несколько лет её спецификации стали общим достоянием. С 1989 г. развитием архитектуры занимается независимая некоммерческая организация SPARC International, продающая разработчикам лицензии на её модификации. SPARC была задумана как архитектура, сочетающая простоту набора команд и высокую скорость исполнения кода. В настоящий момент используется для процессоров, ориентированных на создание одноплатных встраиваемых ЭВМ и промышленных компьютеров.

В МЦСТ не скрывают, что ресурсов для развития обеих линеек у компании мало.

Трушкин прокомментировал ситуацию: «На данный момент мы понимаем, что нет смысла прекращать развитие линейки SPARC, потому что есть определённые заказчики, есть успехи, есть коллектив, который именно процессоры SPARC и разрабатывает. Наличие двух коллективов, которые разрабатывают процессоры с двумя принципами построения, позволяет нам иметь “телескопическое зрение”, понимать различные подходы и стараться найти наилучшие приёмы, например для развития архитектуры “Эльбрус”».

Время электроники

innodisk

ДЕЙСТВУЙ НА ОПЕРЕЖЕНИЕ

Компактные твердотельные накопители с интерфейсом SATAIII с высокой скоростью передачи данных

PROSOFT®

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU



Реклама

Тестирование встраиваемых систем: разработка тестового ПО или JTAG Functional Test?

Алексей Иванов (alexey@jtag.com), **Мик Остин** (mick@jtag.com)

В статье рассказывается о преимуществах интеграции технологии JTAG Functional Test, которую можно использовать в качестве замены встраиваемому ПО для тестирования. Приведён пример крупной финской инжиниринговой компании Etteplan, внедрившей новую технологию тестирования.

Тестирование встраиваемой системы, представляющей из себя комбинацию аппаратной части и программного обеспечения, всегда предполагало разработку определённого встраиваемого ПО. При этом специальная версия ПО должна быть предварительно загружена в устройство до проведения тестирования. На создание этой части программы нередко тратятся

значительные трудовые и временные ресурсы. Исправление недочётов и добавление новых возможностей к уже созданному тестовому ПО может осуществить в большинстве организаций только один человек – программист, который делал начальную работу.

В крупной финской инжиниринговой компании Etteplan, присутствующей во многих странах Европы и Азии,

внедрили новую технологию тестирования, после чего создание дополнительных тестовых версий аппаратного ПО стало ненужным. Технология, базирующаяся на совместном применении средств JTAG Functional Test (JFT) от JTAG Technologies и LabVIEW от National Instruments, используется в компании уже более двух лет. Однако с тестированием может справиться и первый компонент самостоятельно: JFT работает автономно с помощью Python и будучи интегрированным в LabVIEW, CVI, .NET и VB. В Etteplan инженеры привыкли работать с LabVIEW, поэтому, освоив версию на Python, сразу перешли на JFT для LabVIEW.

Периферийное сканирование собранных цифровых плат с помощью JTAG – это довольно распространённый в мире метод электроконтроля. Это и отдельная функция цифровых микросхем, используемых в качестве управляющих устройств, таких как процессоры, ПЛИС и микроконтроллеры. Вся остальная так называемая периферия обычно подключена своими вводами/выводами к центральным микросхемам. С помощью архитектуры периферийного сканирования по стандарту IEEE 1149.1 на выводах микросхемы, поддерживающей его, можно выставлять необходимые тестовые паттерны в параллельном режиме. Тестовые паттерны пойдут на такие кластеры, как память, датчики, интерфейсные устройства или другие микросхемы с периферийным сканированием. Отклики также можно считать и сравнивать с таблицами ожидания. С JFT этот процесс становится более гибким: инженер может выбирать отдельные выводы микросхем и симулировать на них протоколы с помощью конструкций на языках программирования, а также на базе уже готовых функций. Если дополнительно с JFT использовать программный инструмент CoreCommander, то, помимо управления регистром периферийного сканирования, пользователь получит доступ ко внутренним регистрам процессорного ядра, управляя, например, встроенными АЦП, ЦАП, PHY или UART.

```

1 from jft import *
2 from I2C import *
3
4 Declare_I2C_Pins("U12.E21", "U12.F22") #I2C.py function. Declares SCL and SDA nets
5 Set_I2C_Address("1001000") #Set the I2C address. Datasheet for TCN75A shows address is 0x48
6 WRITE("00000000") #Access Register 0x00 (Ambient temperature register)
7 Ambient_Temp_Reg_Byte1 = READ()
8 Ambient_Temp_Reg_Byte2 = READ()
9 print("Ambient temp register upper half = ", Ambient_Temp_Reg_Byte1) # Print the content
10 print("Ambient temp register lower half = ", Ambient_Temp_Reg_Byte2) # Print the content
11
12 Temp = ( Ambient_Temp_Reg_Byte1 & 0x7F) + (0.5 * ( Ambient_Temp_Reg_Byte2 >> 7))
13
14 print("Temperature is", Temp, "degrees")
15
16 if (Temp < 10 or Temp >= 29):
17     print ("Temperature out of range! You should stop work and go home immediately!")
18     exit (1)
    
```

Рис. 1. Пример программы для тестирования микросхемы температурного датчика в программе JTAG Functional Test на базе Python

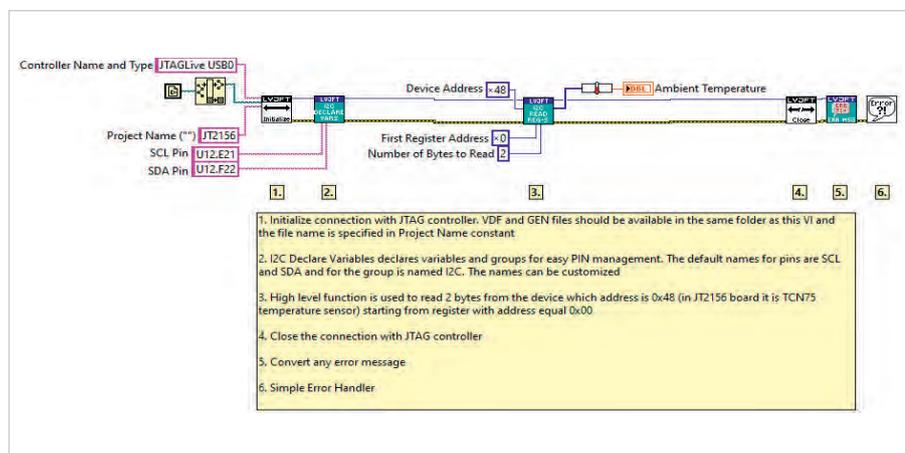


Рис. 2. Пример программы для тестирования температурного датчика в JFT / LabVIEW

Изначально программа JFT была разработана компанией JTAG Technologies [1] с возможностью создавать тесты на Python. Буквально сразу после релиза появилась и версия для работы в LabVIEW. Так как специалисты Etteplan всегда работали с LabVIEW, эта возможность сразу же привлекла внимание инженеров.

В статье [2], размещённой на сайте компании Etteplan, инженер по тестированию Янне Кари рассказывает о том, что с JFT он может устанавливать значения на выводах процессоров, а также управлять их внутренними регистрами напрямую из LabVIEW. Возможна и симуляция интерфейсов, таких как SPI или I²C, для управления периферией или сопутствующими подсистемами. Например, можно написать скрипт, который считывает данные с АЦП или пишет их в ЦАП. Отметим, что происходит это без программирования какого-либо встроенного ПО в устройстве. Более того, большинство задач по управлению периферией решается именно с использованием регистра периферийного сканирования. Технически – это сдвиг тестовых

паттернов по последовательному интерфейсу JTAG. В отдельных случаях, когда приходится работать с микросхемами без поддержки периферийного сканирования или требуется высокая скорость, в дополнение к JFT задействуется средство доступа к ядрам процессоров CoreCommander.

На рисунке 1 приведён пример программы в JFT/Python для тестирования микросхемы температурного датчика (измерения температуры), подключённого к микросхеме с поддержкой периферийного сканирования. На рисунке 2 – тестирование того же датчика, только в JFT/LabVIEW. Результат выполнения программы в LabVIEW показан на рисунке 3.

Ещё одно преимущество JFT/LabVIEW, по словам инженера Etteplan, – это универсальность интерфейса пользователя. Любая функция для управления компонентом периферии выглядит одинаково вне зависимости от процессора или микроконтроллера. В традиционных тестовых программах применяются команды, которые очень зависят от производителя процессора или исполнения встроенного ПО.

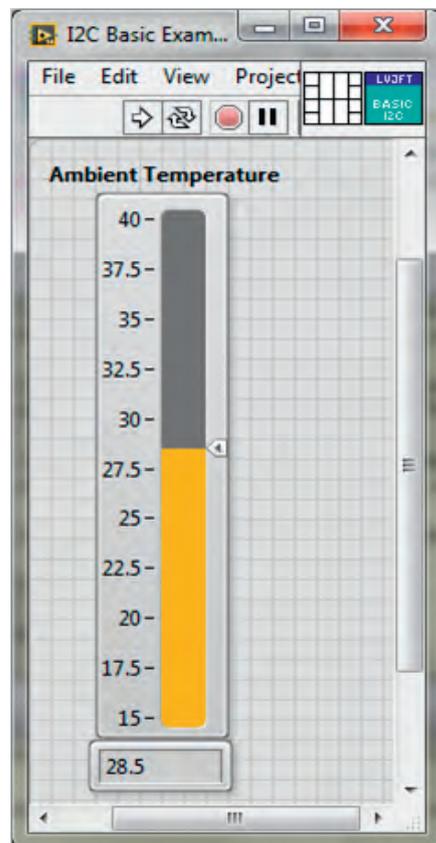


Рис. 3. Результат выполнения программы для тестирования в LabVIEW

РАЗРАБОТКА
Получайте полностью работоспособные опытные образцы

ПРОИЗВОДСТВО
Сделайте производственную линию совершенной с технологиями JTAG

СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ
Ремонтируйте цифровые платы даже при отсутствии САД-данных на них

www.jtag.com • www.jtaglive.com • +7 812 602 09 15 • russia@jtag.com

Реклама

Как следствие, ранее созданные тестовые модули в JFT/LabVIEW могут впоследствии использоваться для новых проектов с намного большей вероятностью.

На видео, размещённом на сайте компании, видно, как с помощью кода в LabVIEW на подключённом к плате ноутбуке инженер зажигает светодиод на объекте тестирования. При этом не задействовано ни одного байта встроенного кода.

Использование JFT/LabVIEW значительно сократило затраты трудо-

вых ресурсов в компании Etteplan, а также чрезвычайно ускорило завершение проектов. К тому же создание тестов с использованием данной технологии оказалось намного проще, чем программирование встроенного кода. Ошибок во время разработки стало меньше, а если они и появляются, то их значительно легче исправить.

В качестве постскрипта авторы статьи отмечают, что обучение инженеров Etteplan по работе в JFT, JTAG ProVision и CoreCommander проводил инженер российского офиса JTAG Technologies –

Гиви Чхугиашвили. Специально для статьи авторы связались с Янне Кари, который в разговоре отметил высокий профессиональный уровень получаемых при обучении знаний.

Литература

1. Официальный сайт компании JTAG Technologies. URL: <https://www.jtag.com/ru/>.
2. JFT – Functional electronics testing without a single line of code. URL: <https://www.etteplan.com/references/jft-functional-electronics-testing-without-single-line-code>.



НОВОСТИ МИРА

Минпромторг СОБИРАЕТСЯ ЗАПРЕТИТЬ ГОСЗАКУПКИ ЗАРУБЕЖНОЙ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Минпромторг России предложил ввести запрет на госзакупки импортной радиоэлектронной продукции. Ведомство подготовило проект постановления Правительства – документ под названием «Об установлении запрета на допуск радиоэлектронной продукции, происходящей из иностранных государств, для целей осуществления закупок для государственных и муниципальных нужд» с номером 01/01/05-20/00102045 опубликован на портале проектов нормативных правовых актов 18 мая 2020 г.

В проекте постановления говорится об установке запрета «на допуск радиоэлектронной продукции, происходящей из иностранных государств (за исключением государств-членов Евразийского экономического союза), для целей осуществления закупок для государственных и муниципальных нужд по перечню согласно приложению».

Стоит отметить, что действующее на момент публикации материала российское законодательство не предусматривает прямой запрет на госзакупки иностранной радиоэлектронной продукции. В нём присутствовали лишь преференции до 30% для российской радиоэлектроники, установленные Минпромторгом летом 2019 г.

В новом проекте Минпромторга приведён перечень радиоэлектронной продукции, подпадающей под новые ограничения. В него входят батареи и аккумуляторы, электродвигатели, компьютерное, электронное и оптическое оборудование, а также осветительное оборудование, волоконно-оптические кабели, электромагнитные контакторы и пускатели, контрольно-измерительная аппаратура и т.д. Список состоит в общей сложности из 13 пунктов, в большинстве из которых перечислено несколько видов продукции.

В пояснительной записке к проекту постановления сказано, что госзакупка иностранной радиоэлектронной продукции будет разрешена в том случае, если в России не ведётся производство аналогичных товаров. В документе также описан алгоритм проведения закупок иностранной продукции по принципу «второй лишней» – он подразумевает отклонение всех иностранных заявок на поставку в том случае, если имеется как минимум одна российская заявка, условия которой соответствуют требованиям, установленным заказчиком.



Первый вариант проекта по сокращению закупок иностранной радиоэлектроники Минпромторг подготовил в начале февраля 2020 г. Документ был направлен на согласование в Правительство России. Согласно подготовленному Минпромторгом документу, правительство должно было устанавливать квоты на закупки отечественной продукции для каждой госкомпании, цитирует документ РБК. Приобретение иностранных товаров допускалось только в случае отсутствия российских заявок после двух попыток закупки. В Минфине первый проект Минпромторга не поддержали, а Минэкономразвития обратилось с запросом дополнительных данных.

Подготовке двух проектов Минпромторга предшествовало начало работ по созданию особого российского реестра радиоэлектронного оборудования. В середине января 2019 г. Правительство поручило Мин-

промторгу, Минэкономразвития, Минкомсвязи, ФАС и другим профильным ведомствам разработку проекта правового акта о создании Единого реестра радиоэлектронного оборудования российского происхождения.

В июле 2019 г. Правительство утвердило финальные сроки начала работы реестра российского радиоэлектронного оборудования – его предполагалось запустить до конца 2019 г.

Реестр отечественной радиоэлектроники создавался с целью ограничения госзакупки и стимулирования развития производства российского телекоммуникационного оборудования. Развитие производства российской радиоэлектроники входит в спектр задач федерального проекта «Информационная инфраструктура». Данный проект – часть национальной программы «Цифровая экономика».

Изначально предполагалось, что новый реестр станет частью действующего реестра телекоммуникационного оборудования российского происхождения (ТОРП), который на основании постановления Правительства № 858-р от 2010 г. находится в ведении Минпромторга. По состоянию на начало 2019 г. в ТОРП числилось свыше 400 российских аналогов импортного телекоммуникационного оборудования.

Стоит отметить, что схожий запрет распространяется в России и на госзакупки иностранного программного обеспечения. Он напрямую связан с реестром российского ПО, создание которого было утверждено Президентом России Владимиром Путиным в июне 2015 г. В ноябре 2015 г. было подписано постановление о вводе ограничения для госзаказчиков на закупку ПО, отсутствующее в реестре, а сам реестр начал работу в I квартале 2016 г. Его развитием занимается Минкомсвязи.

CNews

Выставка перенесена на осень

МОСКВА '20
Экспоцентр



16-18
сентября

+7 (495) 78-601-78 | expocontrol.online

ЭКСПО КОНТРОЛЬ

12-я тематическая выставка-форум
метрологического и испытательного
оборудования и приборов

в рамках выставки

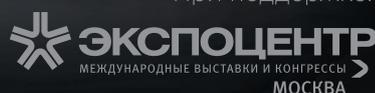


**METROLOGY
DAYS
MOSCOW**

Законодательная, научная и
практическая метрология
открытые лекции и семинары

Реклама

При поддержке:



День Великой Победы и День радио

Владимир Бартнев (bartvg@rambler.ru)

В статье рассматривается взаимосвязь между открытием радио и победой советского народа в Великой Отечественной войне, а также рассказывается о создании первых РЛС дальнего обнаружения в СССР. Статья посвящается 75-летию Победы и 125-летию со дня изобретения радио в России.

Введение

Как можно сравнивать День Победы и День радио – они несопоставимы по своей значимости. 75 лет назад наши отцы и деды, герои Великой Отечественной войны, заплатили ни с чем несоизмеримую цену за наше сегодня.

9 мая 1945 года навсегда вошёл в историю как день ликования и торжества советского народа, День Победы затмил все другие исторические и памятные даты.

Тем не менее накануне этого великого дня, 7 мая 1945 года, в Москве в Большом театре состоялось торжественное заседание, посвящённое 50-летию изобретения радио Александром Степановичем Поповым. Важно подчеркнуть, что ещё в декабре 1944 года Советом народных комиссаров СССР было выпущено постановление, подписанное И. В. Сталиным, о создании комитета по празднованию 50-летия со дня изобретения радио (см. рис. 1). В состав комитета вошли ведущие учёные Академии наук СССР. Председателем комитета был назначен академик Б. А. Введенский. 30 марта 1945 года на заседании пленума комитет утвердил перечень торжественных мероприятий по увековечению памяти А. С. Попова: издание его лекций и докладов, проведение юбилейной конференции. О роли и значении радио в Великой Отечественной войне хорошо знали и на фронте, и в тылу. Начнём с исторического события 125-летней давности.

Наша страна – родина радио

В год 75-летия разгрома фашистской Германии многие обращаются к воспоминаниям, историческим фактам, пытаясь понять, что способствовало победе советского народа в этой жесточайшей войне. На первое место всегда ставятся героизм и патриотизм. Однако в последнее время повышенный интерес российской общественности вызывают и другие слагаемые Великой Победы, связанные с созданием оружия возмездия. Множество исторических статей посвящено легендарным танкам

«Т-34», машинам реактивной артиллерии «Катюша» и, конечно же, истребителям и бомбардировщикам тех времён.

А вот об отечественном радио в широком смысле этого слова информация практически отсутствует. Благодаря применению отечественной радиолокационной техники, роль этого способа передачи информации во время войны была огромна.

Россия – родина радио [1]. Радио как средство связи изобретено русским учёным в 1895 году. 7 мая 1895 года А. С. Попов на заседании физического отделения Русского физико-химического общества впервые продемонстрировал применение радиоволн для передачи информации без проводов. Это было задокументировано, вот фрагмент из протокола № 151 заседания физического отделения Русского физико-химического общества от 25 апреля (по старому стилю) 1895 года: «А. С. Попов сделал сообщение «Об отношении металлических порошков к электрическим колебаниям». Исходя из опытов Бранли, докладчик исследовал резкие изменения в сопротивлении, испытываемые металлическими порошками в поле электрических колебаний. Пользуясь высокой чувствительностью металлических порошков к весьма слабым электрическим колебаниям, докладчик построил прибор, предназначенный для показывания быстрых колебаний в атмосферном электричестве. Прибор состоит из стеклянной трубки, наполненной металлическим порошком, и введённого в цепь чувствительного реле. Реле замыкает ток батареи, приводящей в действие электрический звонок, расположенный так, что молоточек его ударяет и по чашке звонка, и по стеклянной трубке».

В качестве детали, непосредственно «чувствующей» электромагнитные волны, А. С. Попов применил когерер (от лат. когеренция – сцепление). Этот прибор представляет собой стеклянную трубку с двумя электродами. В трубке помещены мелкие металлические опилки. Действие прибора

основано на влиянии электрических разрядов на металлические порошки. В обычных условиях когерер обладает большим сопротивлением, так как опилки имеют плохой контакт друг с другом. Пришедшая электромагнитная волна создаёт в когерере переменный ток высокой частоты. Между опилками проскакивают мельчайшие искорки, которые спекают опилки. В результате сопротивление когерера резко падает (в опытах А. С. Попова со 100 000 до 1000...500 Ом, то есть в 100–200 раз). Снова вернуть прибору большое сопротивление можно, если встряхнуть его. Чтобы обеспечить автоматичность приёма для осуществления беспроводной связи А. С. Попов использовал звонок устройство для встряхивания когерера после приёма сигнала. Срабатывало реле, включался звонок, а когерер получал «лёгкую встряску», сцепление между металлическими опилками ослабевало, и они были готовы принять следующий сигнал. Чтобы повысить чувствительность аппарата, А. С. Попов один из выводов когерера заземлил, а другой присоединил к высоко поднятому куску проволоки, создав первую приёмную антенну для беспроводной связи. Заземление превращает проводящую поверхность земли в часть открытого колебательного контура, что увеличивает дальность приёма.

Способ, предложенный А. С. Поповым, ранее никем не применялся, и главной его особенностью стало автоматическое восстановление чувствительности когерера. Позже этот способ заимствовал Г. Маркони. Благодаря этому способу 24 марта 1896 года А. С. Попов осуществил передачу первой в мире радиogramмы, состоящей из двух слов: «Генрих Герц». А в феврале 1900 года А. С. Попов вместе с П. Н. Рыбкиным [2] впервые в мире использовал радиосвязь для спасения людей, организовав регулярное сообщение между островом Гогланд и городом Котка (операция по снятию со скал броненосца «Генерал-адмирал Апраксин»). После этого в апреле 1900 года «за непрерывные труды по применению телеграфирования без проводов на судах флота» А. С. Попов был награждён по высочайшему повелению крупной суммой в размере 33 000 рублей. В том же году состоялось награждение А. С. Попова Большой золотой медалью на Всемирной парижской выставке за конструкцию радиоаппаратуры.

Всё это говорит о несомненном приоритете русского учёного в изобретении радио. Ответ А. С. Попова на приглашение работать в Америке сегодня звучит как духовное наследие: «Я русский человек, и все свои знания, весь свой труд, все свои достижения я имею право отдавать 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».

Советское правительство всячески способствовало сохранению памяти о великом учёном и патриоте Александре Степановиче Попове. В постановлении от 2 мая 1945 года сказано: «Учитывая важнейшую роль радио в культурной и политической жизни населения и для обороны страны, в целях популяризации достижений отечественной науки и техники в области радио и поощрения радиолобительства среди широких слоёв населения установить 7 мая ежегодный «День радио»».

Через 35 лет День радио 7 мая, согласно указу президиума Верховного совета СССР от 1 октября 1980 года № 3018-Х, официально стал профессиональным праздником с названием «День радио, праздник работников всех отраслей связи». Переименование не могло не сказаться на снижении исторической значимости события, произошедшего 7 мая 1895 года, и роли А. С. Попова в этом событии. Как тут не вспомнить слова, сказанные академиком Б. А. Введенским во время публичной лекции 16 февраля 1945 года: «История нашей Родины знает много новаторов и революционеров науки и техники, сделавших открытия мирового значения. Достаточно упомянуть А. С. Попова, выдающегося физика, изобретателя радио, которое донныне продолжает совершать переворот в науке и является основой новейшей радиолокационной техники». Именно о создании первых РЛС дальнего обнаружения в нашей стране и их роли в Великой Отечественной войне пойдёт речь далее.

Первые отечественные РЛС в Великой Отечественной войне

Предварительные поисковые и исследовательские работы в области радиолокации были начаты в Советском Союзе ещё в 1934 году, когда Управлением противовоздушной обороны был заключён договор с Ленинградским физико-техническим институтом (директором которого тогда был академик А. Ф. Иоффе) на проведение исследова-

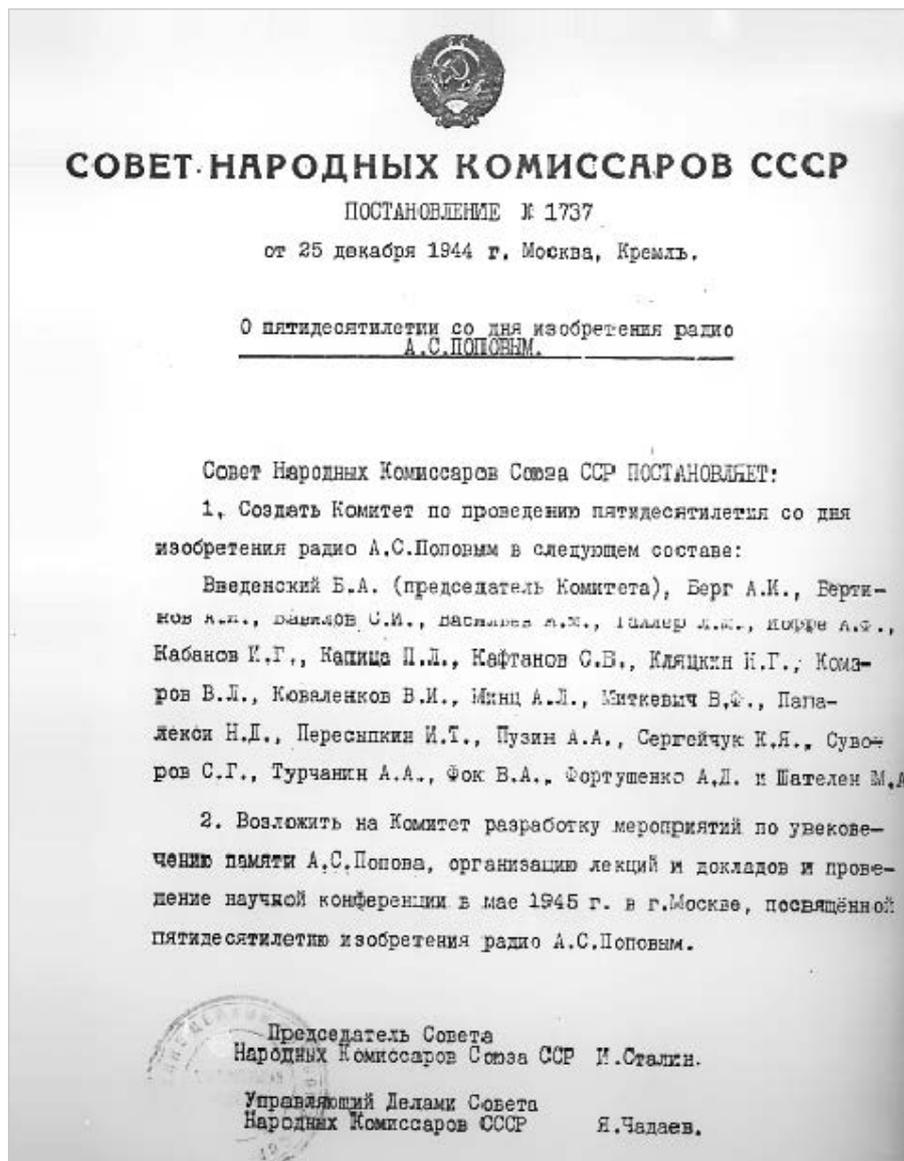


Рис. 1. Титульный лист Постановления о 50-летию со дня изобретения радио А. С. Поповым

ований по измерению электромагнитной энергии, отражённой от предметов различных форм и материалов.

Этому же институту совместно с особым конструкторским бюро Управления ПВО РККА (под руководством П. К. Ощепкова) поручалось изготовить передатчик и приёмник для проведения опытов по фактическому обнаружению самолёта по отражённой от него волне. Все работы проводились по заранее составленному плану и рассматривались как дело большой государственной важности.

При этом рассматривалось создание двух типов РЛС: непрерывного и импульсного излучения. Благодаря первому направлению появились РЛС «Ревень», первая партия которых под названием «РУС-1» (акроним от «радиоуправливателя самолётов») была принята на вооружение в 1939 году. Во время войны с белофиннами «РУС-1» прошла боевую проверку. К 1939 году появилась научно-экспери-

ментальная база в Ленинградском физико-техническом институте (ЛФТИ), так по второму направлению был создан макет импульсной РЛС «Редут», его разработали под руководством Ю. Б. Кобзарева (впоследствии академика).

В развитии отечественной радиолокационной техники РЛС «Редут» по сравнению с РЛС «Ревень» оказалась более перспективной, так как позволяла не только обнаруживать самолёты противника на больших расстояниях и практически на всех высотах, но и непрерывно определять дальность, азимут и скорость полёта. Кроме того, при круговом синхронном вращении обеих антенн станция «Редут» обнаруживала группы и одиночные самолёты, находившиеся в воздухе на разных азимутах и дальностях. Также РЛС в пределах зоны действия следила за перемещениями самолётов с перерывами по времени (перерыв составлял один оборот антенны). Таким образом, с помо-

цью нескольких таких РЛС командование ПВО могло наблюдать за динамикой воздушной обстановки в зоне радиусом до 100 км, определять силы воздушного противника и даже его намерения, подсчитывая, куда и сколько в данное время направляется самолётов.

В 1941 году за научно-технический вклад в создание первой РЛС дальнего обнаружения Ю. Б. Кобзареву, П. А. Погорелко и Н. Я. Чернецову была присуждена Сталинская премия. В связи с низкой эффективностью выпуск РЛС «РУС-1» («Ревень») был прекращён. Теперь все силы направлялись на разработку и изготовление импульсных РЛС типа «Редут», в связи с чем назрела потребность в привлечении научно-исследовательской организации, имеющей опыт работы в создании сложных радиотехнических систем. В качестве такой организации правительство выбрало Остехуправление НИИ-20.

5 сентября 1939 года НИИ-20 получил статус Центрального института авиационной телемеханики, автоматики и связи НКАП, поскольку 2 апреля 1939 года Комитет обороны при СНК СССР принял постановление о важном секретном поручении НИИ-20, повлиявшем на всю последующую работу института.

Этому событию предшествовала история, которая началась с подписания В. И. Лениным мандата о создании в Ленинграде Особого технического бюро (Остехбюро). Возглавил Остехбюро Владимир Иванович Бекаури. Ленинградский период деятельности бюро характеризовался созданием различных радиоуправляемых приборов. Одним из достижений Остехбюро можно назвать успешное испытание в 1927 году радиоуправляемого фугаса, взрыв которого на полигоне в Москве был осуществлён по команде из Ленинграда. Радиофугасы под шифром Ф-10 были приняты на вооружение и применялись во время Великой Отечественной войны. Особое место в программе работ Остехбюро занимало создание систем радиосвязи. В 1927 году были успешно испытаны приборы для радиосвязи на ультракоротких волнах. В 1929 году в Остехбюро для ВМФ был разработан высокочувствительный супергетеродинный радиоприёмник с кварцевым фильтром «Дозор», который вскоре начали производить серийно. В мае 1934 года вышло Постановление правительства о переводе Остехбюро в Москву. Так был создан московский филиал. В ленинградском филиале Остехбюро занимались лишь морским направлением. В апреле 1937 года

Остехбюро переводится из Наркомата обороны СССР в Наркомат оборонной промышленности, а в июле 1937 года Остехбюро по Приказу НКОП СССР становится Остехуправлением НКОП с дислокацией в Москве. 8 сентября 1937 года приказом Народного комиссариата оборонной промышленности СССР № 0196 в составе Остехуправления в Москве был организован Научно-исследовательский институт № 20 (НИИ-20) с филиалом в Ленинграде. В августе 1939 года Остехуправление упразднили. 5 августа НИИ-20 перешёл в Наркомат авиационной промышленности (НКАП), а его ленинградский филиал, преобразованный в НИИ-49, передали в Наркомат судпрома (НКСП). Преемником Остехбюро и Остехуправления в 1937 году стал НИИ-20, а в 1939 году институт стал прародителем НИИ-49 на базе ленинградского филиала. Сегодня НИИ-20 известен как АО «ВНИИРТ» [3], а НИИ-49 – АО «Концерн «Гранит-Электрон» [4].

В 1939 году радиолокационное направление стало основным для НИИ-20. Начало было положено в апреле 1939 года, когда было принято Постановление Комитета обороны при СНК о разработке технического проекта РЛС «Редут» с созданием двух образцов РЛС дальнего обнаружения. Это произошло после успешных испытаний макета РЛС, созданного в ЛФТИ в лаборатории Ю. Б. Кобзарева в 1938 году. О техническом проекте «Редут», разработанном НИИ-20 в кратчайшие сроки, можно сказать следующее: спроектированная в НИИ-20 под руководством А. В. Слепушкина конструкция установки и её электрические характеристики полностью удовлетворяли всем техническим требованиям для РЛС дальнего обнаружения.

В феврале 1940 года технический проект был утверждён: это был двухантенный вариант РЛС с двумя синхронно вращающимися кабинами. Совместные полигонные испытания прошли успешно. Приказом Наркома обороны от 26 июля 1940 года под шифром «РУС-2» РЛС были приняты на вооружение войск ПВО (см. рис. 2). В соответствии с Постановлением Комитета обороны при СНК СССР, НИИ-20 было поручено изготовить и сдать Наркомату обороны ещё 10 комплектов РЛС «РУС-2». К 10 июня 1941 года все 10 комплектов заказчику были сданы. Эти РЛС вошли в состав ПВО на подступах к Москве. Через 12 дней началась Великая Отечественная война.

Одновременно с изготовлением и поставкой на фронт передвижных РЛС

«РУС-2» военное ведомство дало НИИ-20 задание разработать стационарный вариант для войск ПВО. Опытные образцы таких станций под шифром «Пегматит» были разработаны в кратчайший срок к концу 1941 года два комплекта РЛС под шифром «РУС-2с» («Пегматит-2») были приняты на вооружение. В 1942 году, когда НИИ-20 находился в эвакуации в г. Барнауле, там были изготовлены 10 комплектов опытных образцов и 50 комплектов серийных РЛС. Причём, начиная с 13-го комплекта, РЛС выпускалась модернизированной (главными конструкторами выступили А. Б. Слепушкин и М. С. Рязанский). Это был трудовой подвиг коллектива НИИ-20. Сотрудники института работали не доедая, не досыпая, в тяжёлых производственных и бытовых условиях. Следует подчеркнуть, что уже первые радиолокационные станции дальнего обнаружения «РУС-2» защищали небо Москвы в 1941 году. При обороне Ленинграда в октябре-ноябре 42-го станции «РУС-2» и «РУС-2с» обнаружили 7900 самолётов противника, из которых 2020 было уничтожено.

В 1940 году НИИ-20 было дано задание на разработку РЛС для кораблей ВМФ. В том же году изготовили РЛС «Редут-К» (главным конструктором выступил В. В. Самарин), уже в апреле 1941 года начался монтаж оборудования на крейсер «Молотов». Следующей, более совершенной и с высокими техническими характеристиками была разработана станция обнаружения и наведения «П-3» (главный конструктор – М. С. Рязанский). В августе 1944 года станция «П-3» успешно прошла первые полигонные испытания. В том же году было изготовлено и передано в войска 14 комплектов РЛС «П-3».

Разработка первого самолётного радиолокатора «Гнейс-2» проводилась сотрудниками НИИ-20 в эвакуации. Возглавлял эту работу В. В. Тихомиров. Даже учитывая все настоятельные требования истребительной авиации к радиолокационной аппаратуре, разработка РЛС «Гнейс-2» завершилась в рекордно короткие сроки. Постановлением ГКО от 16 июня 1943 года радиолокатор «Гнейс-2» был принят на вооружение. В 1943 году НИИ-20 изготовило для ВВС 227 комплектов «Гнейс-2».

В 1943 году перед НИИ-20 была поставлена задача: как можно скорее разработать пригодную для вооружения кораблей ВМФ всех классов корабельную радиолокационную станцию обнаружения надводных и воздушных целей. Образец корабельной РЛС «Гюйс-1» (главный конструктор – К. В. Голев)

институтом был создан, в апреле-мае 1944 года в Баренцевом и Белом морях при волнении от 1 до 8 баллов на эсминце «Громкий» РЛС была испытана.

Заключение

Подведём итог. Количество РЛС дальнего обнаружения типа «Редут», выпущенных до конца войны, составило: «РУС-2» (двухантенная) – 12 комплектов, «РУС-2» (одноантенная, автомобильная) – 132 комплекта, «РУС-2с» (одноантенная, разборная) – 463 комплекта. Объём успешно выполненных работ НИИ-20 за период с 1939 по 1945 год восхищает.

Внесённый сотрудниками НИИ-20 (ныне ВНИИРТ) вклад в победу в Великой Отечественной войне огромен. 21 января 1944 года Указом Президиума Верховного Совета СССР НИИ-20 был награждён орденом Трудового Красного Знамени за выполнение специальных заданий правительства по разработке и серийному выпуску образцов новой техники.

Чтобы расшифровать, о каких специальных заданиях в этом указе идёт речь, достаточно привести список лауреатов Сталинской премии, награждённых в 1943 году.

Инженеры НИИ-20, получившие Сталинскую премию первой степени за создание новых образцов радиоаппаратуры (радиолиния «Алмаз»): А. И. Деркач, Н. Л. Попов, А. С. Андреев, Н. И. Белов, И. И. Виноградов, С. Н. Гарнов, Н. Г. Ковалёнок.

Инженеры НИИ-20, получившие Сталинскую премию второй степени за разработку новой конструкции радиоустановок РЛС «РУС-2с» и «П-2»: М. С. Рязанский, А. Б. Слепушкин, Л. В. Леонов, Д. С. Михайлович, И. Т. Зубков, В. В. Тихомиров, И. И. Вольман.

Сталинской премией третьей степени за создание новых образцов морского вооружения были награждены: Г. Н. Петров (начальник лаборатории НИИ-20), П. И. Алфёров (инженер-капитан), С. П. Миронович (инженер-майор).

Невозможно перестать восхищаться объёмом успешно выполненных работ НИИ-20 в те страшные годы. Именно поэтому автор посвятил книгу «Первые отечественные РЛС дальнего обнаружения» [5] героическим труженикам орденосного НИИ-20 (ВНИИРТ).

Что же касается Дня радио, к сожалению, этот праздник не нашёл отражения в законодательных актах современной России. Как профессиональный праздник, установленный в СССР, он утратил историческое значение,

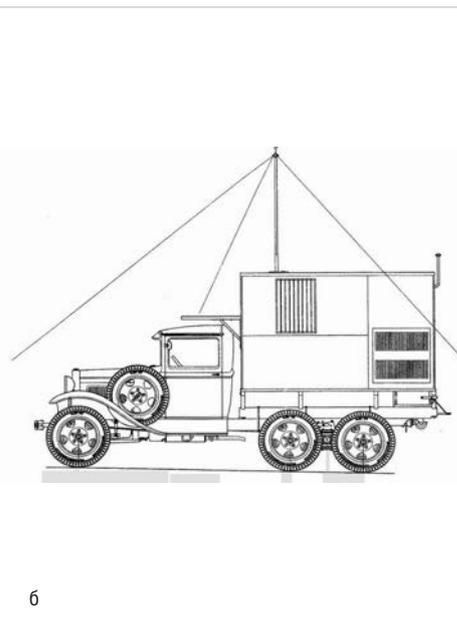
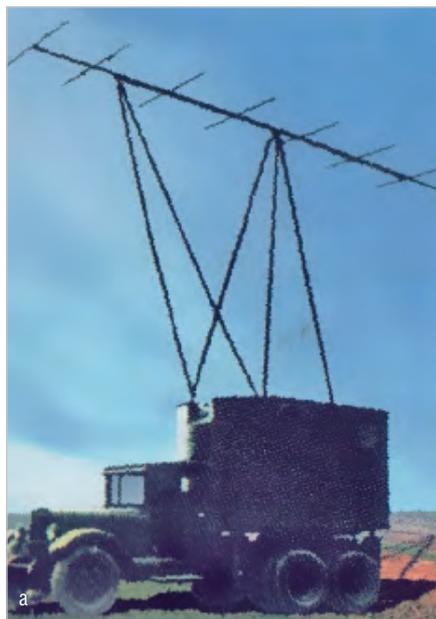


Рис. 2. Первая отечественная РЛС дальнего обнаружения «РУС-2»: а) передающая машина на ЗИС-6; б) чертёж машины ГАЗ-ААА

и официально более не отмечается на государственном уровне. Но даже если считать, что отмена советского Указа Президиума Верховного Совета СССР от 1 октября 1980 года № 3018-Х о профессиональном празднике 7 мая в рамках проведённой в 2019 году регуляторной гильотины не состоялась, автор считает справедливым изменить статус исторической даты и внести 7 мая в статью 1.1 Федерального закона РФ № 32-ФЗ о памятных датах России.

Именно с такой инициативой автор обратился к В. В. Путину на прямой линии в 2019 году. Ответ был получен из администрации Президента со следующей формулировкой (орфография и пунктуация сохранены): «Для установления памятного дня «День радио» необходимо руководствоваться Указом Президента Российской Федерации от 31 июля 2013 г. № 659 «О порядке установления в Российской Федерации памятных дней и профессиональных праздников» (вместе с «Правилами установления в Российской Федерации памятных дней») (далее – Правила), согласно которому обращения федеральных органов исполнительной власти, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, общероссийских общественных объединений и религиозных организаций с предложениями об установлении в Российской Федерации памятных дней направляются в Правительство Российской Федерации. В случае принятия положительного решения проект соответствующего указа Президента

Российской Федерации представляется на рассмотрение главы государства».

Автор не случайно выделил общероссийские общественные организации, которые имеют право обращаться с подобными предложениями в правительство РФ. Такой общероссийской общественной организацией, куда автор написал письмо, стало старейшее Российское научно-техническое общество радиотехники, электроники и связи им. А. С. Попова. Недавно автор получил постановление президиума этого общества, возглавляемого академиком Ю. В. Гуляевым, где говорится о поддержке инициативы. Автор надеется, что все скоро узнают, как среагирует на постановление президиума НТОРЭС им. А. С. Попова председатель правительства РФ.

Литература

1. *Бартнев В. Г.* «Россия – родина Радио». М.: «Горячая линия телеком». 2016.
2. *Рыбкин П. Н.* Десять лет с изобретателем радио. Связьиздат. 1945.
3. АО «ВНИИРТ». Официальный сайт Всероссийского научно-исследовательского института радиотехники. URL: <http://www.vniirt.ru/>.
4. АО «Концерн «Гранит-Электрон». Официальный сайт федерального научно-производственного центра. URL: <https://www.granit-electron.ru/>.
5. *Бартнев В. Г.* Первые отечественные РЛС дальнего обнаружения. М.: Горячая линия телеком. 2017.
6. *Фортушенко А. Д.* 50 лет радио. М.: Связьиздат. 1945.



АТТЕСТАЦИЯ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ПО ГОСТ Р 8.568, ГОСТ РВ 0008-002



**МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ
ЭКСПЕРТИЗА
ТЕХНИЧЕСКОЙ
ДОКУМЕНТАЦИИ**

АО «ТЕСТПРИБОР» АККРЕДИТОВАНО НА ПРАВО ПРОВЕДЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ:

Проектной, конструкторской, технологической, эксплуатационной документации, нормативных и других документов, в том числе по программному обеспечению, применяемых при разработке, производстве, испытаниях и эксплуатации изделий и другой продукции, в том числе оборонной, и в сфере услуг.

АО «ТЕСТПРИБОР» осуществляет аттестацию испытательного оборудования в соответствии с областью аккредитации:

- безэховые экранированные камеры
- акустические камеры
- климатические камеры (термогигрокамеры)
- камеры повышенного давления
- камеры пониженного атмосферного давления
- стелды вибрационные
- стелды ударные
- центрифуги
- камеры статической и динамической пыли
- камеры соляного тумана
- камеры дождя
- испытательное оборудование (комплексы) для воспроизведения электростатических разрядов
- специальное испытательное оборудование, испытательные комплексы
- испытательное оборудование (комплексы) для испытаний на воздействие электрических и радиотехнических величин

ТЕСТПРИБОР

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



a Hyve event

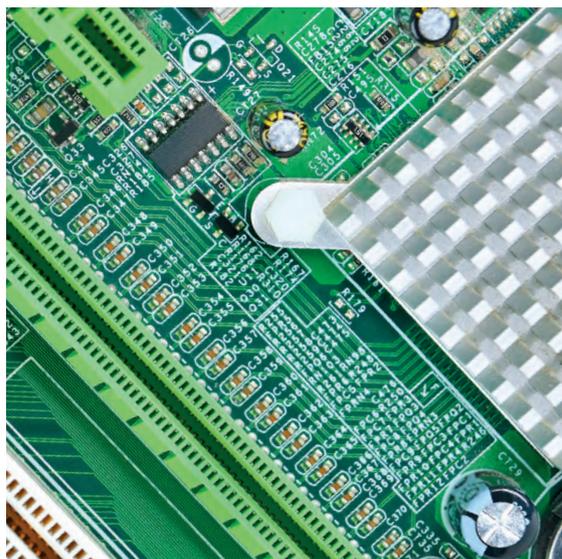


a Hyve event

Крупнейшие выставки электронной промышленности
в России и СНГ, которые охватывают полный
цикл производства электроники

11–13
августа
2020

Москва
Крокус Экспо



Получите Ваш
бесплатный билет
по промокоду
ee20print



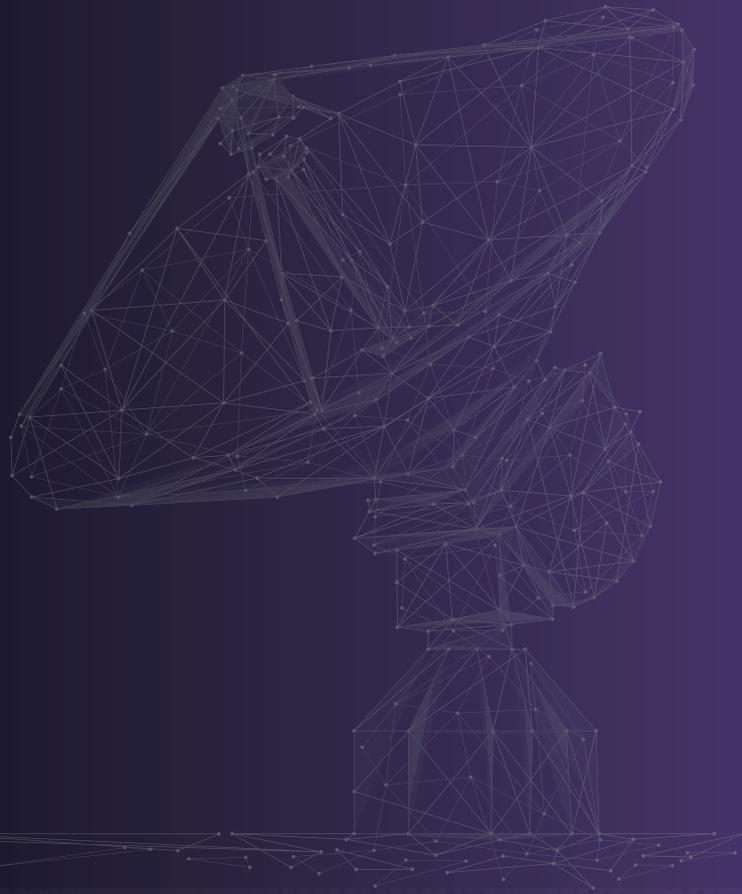
expoelectronica.ru
electrontechexpo.ru

+7 (499) 750-08-28
electron@hyve.group



Реклама

Поверьте и настройте Ваши СИ в ЦСМ **Keysight**



Ваши технические системы, критически важные для решения ответственных задач, должны обеспечивать безотказную работу в любых условиях. Именно поэтому Центр Сервиса и Метрологии Keysight получил аккредитацию на право поверки СИ и готов обеспечивать комплексное ТО измерительных приборов Keysight, Agilent, HP.

Оригинальные запчасти, автоматизированные ПО для проведения полного тестирования, калибровки и настройки СИ по методике завода-изготовителя, опытный персонал - все это позволяет выполнять полное обслуживание СИ в соответствии с требованиями завода-изготовителя максимально качественно и в сжатые сроки. Будьте уверены в точности Ваших измерений и надёжности Вашей продукции!

Аттестат Аккредитации ООО «Кейсайт Текнолоджиз» (ЦСМ Keysight) на право поверки СИ № RA.RU.310579 от 02.02.2015

80
лет

опыта в электронных
измерениях

50
лет

сотрудничества и
инноваций в России

www.keysight.com/find/poverka



KEYSIGHT
TECHNOLOGIES

Реклама