

СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

WWW.SOEL.RU

4

2019

**ТЕРРИТОРИЯ
НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ**

В номере:

**ПЕРСПЕКТИВЫ
РАДИОФОТОННЫХ СИСТЕМ
НА БАЗЕ 3D М ФЭ ПМ**

**ДИСПЛЕЙНЫЕ МОДУЛИ
NEXTION
НА ОСНОВЕ STM32**

**КОНТРОЛЬНО-
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ
ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ АВТОЭЛЕКТРОНИКИ**

**СОВРЕМЕННЫЕ
ВОЗМОЖНОСТИ АНАЛИЗА
ДЖИТТЕРА
В ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВАХ**

**ИЗМЕРЕНИЕ
G-ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ
КВАРЦЕВЫХ ГЕНЕРАТОРОВ**

и многое другое...



App Store



Google Play





SSD от GS Nanotech Первые российские твердотельные накопители

Преимущества:

- Полный цикл производства в России
- Производство сертифицировано по ISO 9001:2015
- Максимальная безопасность данных: отсутствие «закладок»
- Форм-фактор: 2,5" / M.2 / нестандартный по требованию Заказчика
- Возможность брендинга продукта логотипом Заказчика
- Диапазон рабочих температур: стандартный (0...+70°C) / промышленный -40...+85°C

Характеристики:

- Емкость: от 128 Гб до 2Тб
- Интерфейс: SATA 3.0 6 Гбит/с; PCIe x4 8 Гбит/с
- Тип памяти: NAND Flash MLC / 3D MLC / 3D TLC
- Мах скорость последовательной записи: до 520 Мб/с (SATA) / до 3 200 Мб/с (PCIe)
- Мах скорость последовательного чтения: до 560 Мб/с (SATA) / до 3 200 Мб/с (PCIe)
- Мах скорость произвольной записи: до 70 000 IOPS (SATA / PCIe)
- Мах скорость произвольного чтения: до 90 000 IOPS (SATA) / до 400 000 IOPS (PCIe)



ЗАО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «ДОЛОМАНТ»

**ОТВЕТСТВЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
ДЛЯ ЖЕСТКИХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

2019

100% РОССИЙСКАЯ КОМПАНИЯ



ЗАКАЗНЫЕ РАЗРАБОТКИ

Разработка электронного оборудования по ТЗ заказчика в кратчайшие сроки

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



КОНТРАКТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

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

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

MARKET**4 Russian Market News****MODERN TECHNOLOGIES****12 Prospects of Development of Data-Processing and Radio-Photon Systems Based on 3D FE PM. Part 1***Valeriy Svede-Shvets, Vladislav Svede-Shvets, Stanislav Svede-Shvets***18 Metallization of Ceramic Substrates Using a Laser and Thermal Transfer of the Metallization Layer***Yuriy Nepochatov***24 Glass Products Becoming Increasingly Functional***Sebastian Pflügge, Brigitte Küppers***26 Laws of Recession to the Characterization of the Luminous Flux of the Different Power of the Filament LED Lamps after their Inclusion***Rafail Tukshaitov***ELEMENTS AND COMPONENTS****32 Nextion Color Graphic Touchscreens Modules Based on STM32 Series Microcontrollers***Oleg Valpa***DEVICES AND SYSTEMS****38 Test and Measurement Tools from Keysight for Automobiles****46 Jitter Analysis in High-Speed Digital Devices Using the R&S RTO-K12 Option. Part 1***Nikolay Lemeshko, Pavel Strunin***ENGINEERING SOLUTIONS****52 A Timer Based on the ATTINY2313 Microcontroller in the Atmel Studio 6.1 Environment***Sergey Shishkin***DESIGN AND SIMULATION****56 Lengths and TOF for Pin Package Length & Delays Including Via Length Factor in Constraint Manager***Bogdan Filipov***60 Introduction to the Query Language and the Construction of Filters in Altium Designer EDA***Alexey Yakubenko***66 Measurement of G-sensitivity of Crystal Oscillators***Yuriy Ivanov, Arkadiy Nikonov, Elvira Knyazeva***MAN AND LAW****72 Protection of Innovation, Investment, Business by Copyright. Part 1***Gennadiy Fokin***EVENTS****76 "NDT Territory": Territory of Non-Destructive Testing****Журнал «Современная электроника»**

Издаётся с 2004 года

Главный редактор А.А. Смирнов**Заместитель главного редактора** Д.А. Карлов**Редакционная коллегия** А.Е. Балакирев, В.К. Жданкин, С.А. Сорокин, Р.Х. Хакимов**Литературный редактор/корректор** О.И. Семёнова**Верстка** А.М. 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 1/67/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 «МЕДИКОЛОП».

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

Тел./факс: (499) 903-6952

Перепечатка материалов допускается только с письменного разрешения редакции. Ответственность за содержание рекламы несут рекламодатели. Ответственность за содержание статей несут авторы. Материалы, переданные редакции, не рецензируются и не возвращаются. Мнение редакции не обязательно совпадает с мнением авторов. Все упомянутые в публикациях журнала наименования продукции и товарные знаки являются собственностью соответствующих владельцев.

© СТА-ПРЕСС, 2019

**МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ
«СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»**

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

ПОДПИСКА

Концепция распространения журнала –

БЕСПЛАТНАЯ ПОДПИСКА ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ.

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

ПЛАТНАЯ ПОДПИСКА С ГАРАНТИРОВАННОЙ ДОСТАВКОЙ

Преимущества:

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

ОФОРМЛЕНИЕ ПЛАТНОЙ ПОДПИСКИ

В любом почтовом отделении России,

подписное агентство «Роспечать»:

Тел.: (495) 921-2550.

Индексы на полугодие – 46459, на год – 36280.

Подписное агентство «Урал-Пресс»:

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

СОДЕРЖАНИЕ 4/2019

РЕКЛАМОДАТЕЛИ

EREMEX (Delta Design)	59
Fastwel	31
Grayhill	64
GS NANOTECH	2-я стр. обл.
ICAPE Group	4, 23
JTAG	36
LiteMAX	9
LUMINEQ (powered by BENEQ). 78–79	
Micrometals.	70
TDK-Lambda	29
TiePie	30
XP Power	50
АВД Системы.	5
АЙДИЭС	61
ВЗПП-С	19
ДОЛОМАНТ.	1
МАГРАТЕП	11
МОРИОН	11
ПЛАНАР	6
Роде и Шварц	4-я стр. обл.
РТСофт.	6
ТЕСТПРИБОР.	4, 17, 45
ЭРКОН	10

РЫНОК

4 Новости российского рынка

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

12 Перспективы развития информационно-вычислительных и радиофотонных систем на базе 3D М ФЭ ПМ. Часть 1

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

18 Металлизация керамических подложек с использованием лазера и теплового переноса металлизационного слоя

Юрий Непочатов

24 Расширение функциональности стеклянных изделий

Себастьян Пфлюгге, Бриджит Куперс

26 К характеристике закономерности спада светового потока светодиодных филаментных ламп разной мощности после их включения

Рафаил Тукшаитов

ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

32 Цветные графические сенсорные дисплейные модули Nextion на основе микроконтроллера серии STM32

Олег Вальпа

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

38 Контрольно-измерительные решения Keysight для испытаний автомобильной электроники

46 Анализ джиттера в высокоскоростных цифровых устройствах на примере опции R&S RTO-K12. Часть 1

Николай Лемешко, Павел Струнин

ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ

52 Таймер на микроконтроллере ATTINY2313 в среде Atmel Studio 6.1

Сергей Шишкин

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

56 Влияние задержки, длины выводов ИС и переходных отверстий на расчёт общей длины проводников

Богдан Филипов

60 Введение в язык запросов и построение фильтров в САПР Altium Designer

Алексей Якубенко

66 Измерение G-чувствительности кварцевых генераторов

Юрий Иванов, Аркадий Никонов, Эльвира Князева

ЧЕЛОВЕК И ЗАКОН

72 Защита инноваций, инвестиций, бизнеса авторским правом. Часть 1

Геннадий Фокин

СОБЫТИЯ

76 «Территория NDT»: территория неразрушающего контроля

Новости российского рынка

РЫНОК

МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА ДОКУМЕНТАЦИИ В АО «ТЕСТПРИБОР»

Метрологическая служба компании «ТЕСТПРИБОР» получила право на проведение метрологической экспертизы проектной, конструкторской, технологической, эксплуатационной документации, нормативных и других документов, применяемых при разработке, производстве и испытаниях РЭА и ЭКБ, в том числе оборонного назначения.



Метрологическая экспертиза документации – это законодательно утверждённый комплекс работ, включающий в себя экспертный анализ и детальную оценку применяемых в области метрологического обеспечения технических решений. Среди прочего, в список таких решений входят: выбор измеряемых показателей, формирование базовых и специальных требований к точности измерений, отдельное внимание уделяется вопросам выбора средств измерений. Это важнейший процесс, проведение которого требует профессиональной подготовки и наличия значительных теоретических познаний в этой области. Процесс проведения метрологической экспертизы до-

кументации строго регулируется специальными нормативными актами, какое-либо отклонение от установленных норм недопустимо.

Качественная метрологическая экспертиза может быть проведена только специалистами высокой квалификации. Сотрудники АО «ТЕСТПРИБОР» имеют действующие удостоверения на право проведения метрологической экспертизы документации, в том числе оборонного назначения. Результаты работы инженеров-метрологов компании «ТЕСТПРИБОР» соответствуют всем действующим требованиям, актуальным для этой области деятельности.

Для каждого предприятия разрабатывается свой порядок проведения метрологической экспертизы, устанавливающий конкретные виды проверяемой технической документации.

При проведении метрологической экспертизы устанавливают:

- реализуемость установленных обязательных метрологических требований, включая требования к показателям точности;
- целесообразность выбранной номенклатуры измеряемых параметров с точки зрения достаточной и экономической эффективности;
- достаточность номенклатуры измеряемых параметров с точки зрения обеспечения достоверности контроля качества, безопасности труда и охраны окружающей среды;
- наличие в документе указаний типа средств измерения и требований к ме-

трологическим характеристикам средства измерения;

- определение возможности эффективного метрологического обслуживания средств измерений, возможность замены рекомендованных средств измерения на аналогичные;
- необходимость изменения требований к конструкции или последовательности технологического процесса, обусловленных применяемыми средствами измерения;
- правильность использования терминов в области метрологии, наименований измеряемых величин и обозначения их единиц;
- степень соответствия изложенных положений состоянию законодательства и нормативной базы РФ в области обеспечения единства измерений.

По результатам метрологической экспертизы заказчик получает итоговый документ – экспертное заключение АО «ТЕСТПРИБОР» о соответствии/несоответствии документации установленным метрологическим требованиям, при необходимости содержащее рекомендации по внесению изменений в существующие документы или их дополнению.

За более подробной информацией о проведении метрологической экспертизы документации обращайтесь к специалистам АО «ТЕСТПРИБОР».

www.test-expert.ru

Тел.: (495) 657-87-37

ICAPE Group: качество продукции и услуг на первом месте

Решающий аспект при выборе поставщика для многих клиентов – это качество продукции. Поэтому французский холдинг ICAPE – производитель печатных плат и заказных технических деталей – контролирует качество в нескольких этапах.

Сначала инженеры приезжают на производство и следят за изготовлением каждой партии, затем готовую продукцию проверяют в собственной лаборатории компании в Китае. Данные меры приводят к постоянному улучшению уровня качества. В 2018 году показатель DPPM (количество бракованных

плат на миллион) составил 385, что даже меньше максимально принятого в компании – 400.

Все китайские заводы-партнёры компании имеют сертификаты ISO 9001, ISO 14001 и UL, большинство из них – ISO TS16949, ISO 13485 и AS9100:С. Отделение ICAPE в Китае одним из первых в этой стране получило сертификат ISO 9001:2015.

Не менее важную роль играет уровень обслуживания клиентов. В ICAPE Group принят индивидуальный подход к каждому клиенту, в том числе и в России. Менеджеры компании обсуждают детали каждого проекта с заказчиками, чтобы предложить им наиболее экономичное решение не в ущерб ка-

честву. Это достигается, например, уменьшением логистических затрат: компания договаривается с перевозчиками о снижении тарифов за счёт увеличения объёмов поставок и консолидирует грузы для разных клиентов.

Для ICAPE Group очень важно, чтобы предлагаемая продукция имела конкурентное преимущество на рынке, поэтому компания работает как над улучшением качества, так и над ценовой матрицей.

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

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

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

AbsInt TimeWeaver: АНАЛИЗАТОР ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПО МНОГояДЕРНЫМ МИКРОПРОЦЕССОРАМ

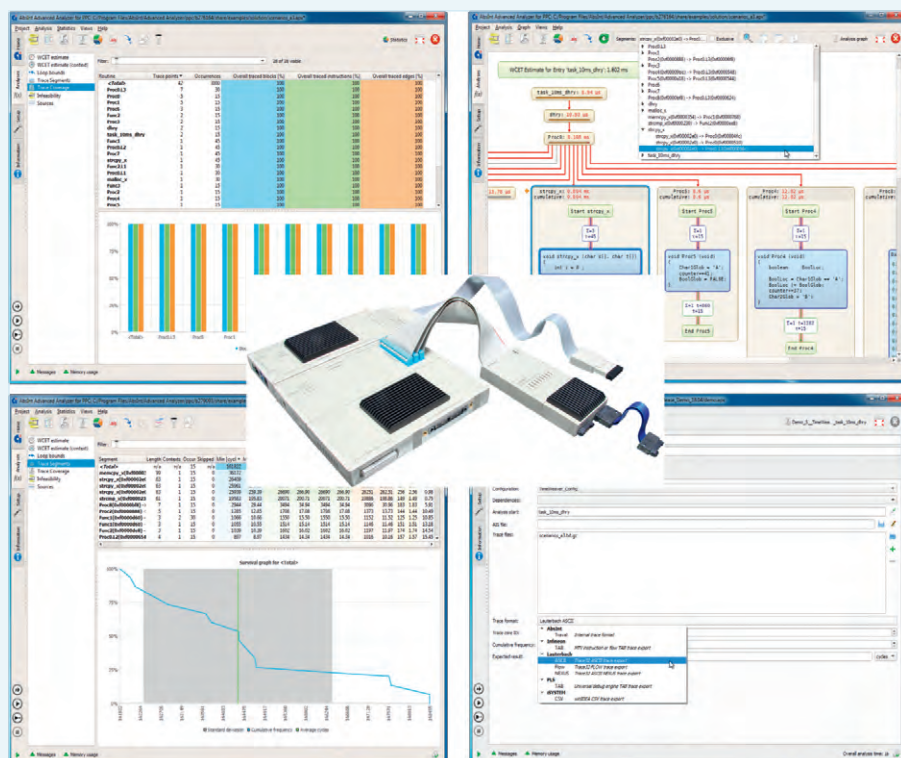
В системах реального времени корректность работы системы зависит не только от корректности работы программного обеспечения (ПО), но и от того, успела ли программа выполниться за заданное время. Особенно это важно в критически важных для безопасности системах реального времени, некорректная работа которых несёт угрозу здоровью или жизни людей или чревата значительным экономическим ущербом. Поэтому стандарты функциональной безопасности, такие как DO-178C (авионика) и ISO 26262 (автотелематика), предъявляют к программному обеспечению обязательное требование проведения анализа времени исполнения для наихудшего случая – WCET (Worst Case Execution Time).

Пока процессоры были одноядерными, WCET можно было рассчитать, имея документацию производителя на внутреннюю микроархитектуру процессора, путём статического анализа кода программы. И компания AbsInt (Германия) выпускает такой WCET-анализатор в течение многих лет для различных одноядерных микропроцессоров и микроконтроллеров.

Расчёт WCET для многоядерных процессоров является более сложной задачей, поскольку разделяемые между ядрами ресурсы процессора (шины, память, кэш, внешние устройства) вносят неопределённость во время исполнения ПО одновременно на нескольких ядрах. Даже при наличии детальной документации на внутреннюю микроархитектуру, предсказать, как исполнение одной части ПО на одном ядре повлияет на исполнение других частей ПО на других ядрах, невозможно. Поэтому точный расчёт WCET для многоядерного процессора невозможен.

Для оценки времени исполнения ПО на многоядерных процессорах компания AbsInt выпустила новый продукт TimeWeaver, который сочетает статический анализ кода программы с анализом трассы инструкций, полученной с помощью устройства трассировки, встроенного в процессор.

Анализатор TimeWeaver работает с форматами трассировочных данных Nexus 5001 процессоров PowerPC, Coresight ETM (Embedded Trace Microcell) процессоров ARM и MCDS (Multi-Core Debug Solution) процессоров Infineon TriCore. Для снятия трассы



инструкций используются аппаратные модули трассировки, например, PowerTrace/PowerDebug фирмы Lauterbach.

Анализ трассы инструкций, исполняемых различными ядрами многоядерного процессора, позволяет анализатору TimeWeaver выявить взаимовлияние ядер друг на друга и скорректировать WCET статически анализируемого программного кода с учётом обнаруженных в трассе взаимозависимостей (interferences).

Анализатор TimeWeaver поддерживает следующие многоядерные процессоры и системы-на-кристалле: PowerPC – QorIQ P204x/P30xx/P40xx/P50xx (e500mc core), QorIQ T series (e5500/e6500 core), Qorivva MPC55xx/MPC56xx/MPC57xx (e200 core); ARM – Xilinx Zynq UltraScale+ (Cortex-A53/Cortex-R5 cores) и Texas Instruments TMS570LC4357 (Cortex-R5 core); TriCore – семейство AUDO (например TC1796) и семейство AURIX (например TC275).

Другие продукты компании AbsInt:

- aiT – статический анализатор времени исполнения наихудшего случая ПО одноядерных процессоров;
- StackAnalyzer – статический анализатор размера используемого стека для доказательства отсутствия ситуаций переполнения стека;
- Astree – средство статического анализа C-программ на отсутствие run-time ошибок и состязаний за данные;
- RuleChecker – статический анализатор для контроля нормативов кодирования

и сбора метрик программного кода на языке C;

- CompCert – формально верифицированный оптимизирующий C-компилятор.

Средства статического анализа AbsInt поддерживают широкий спектр микропроцессоров и микроконтроллеров, применяемых в ответственных встроенных системах. Недавно анализатор WCET aiT и анализатор стека StackAnalyzer были адаптированы компанией AbsInt для российского микроконтроллера Миландр 1986BE1T, предназначенного для авиационных применений.

Анализаторы компании AbsInt разработаны с использованием математического аппарата абстрактной интерпретации (Abstract Interpretation), отсюда и название компании. Все анализаторы AbsInt сопровождаются комплектом квалификационной документации QSK (Qualification Support Kit), что позволяет использовать их как инструменты при сертификации по стандартам DO-178C, ISO 26262, EN 50128 и др.

Анализатор TimeWeaver, как и все другие продукты AbsInt, доступен для 30-дневного тест-драйва.

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

www.avdsys.ru/wcet

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

Российские компьютеры BLOK едут в Малайзию

Начались поставки российских безвентиляторных компьютеров линии BLOK Industrial для потребителей в Малайзии. Первые машины закуплены малазийским системным интегратором для создания опытных образцов конечных целевых систем, ориентированных на решение задач промышленного управления в энергетическом секторе экономики.

Предварительные испытания в Куала-Лумпуре для подтверждения пригодности использования BLOK Industrial показали положительные результаты, полностью подтвердив заявленные характеристики и возможность применения компьютеров в условиях местного климата и особенностей промышленной эксплуатации энергетических объектов Малайзии.

Целевое назначение поставленных машин – организация диспетчерских рабочих мест и построение бюджетных сетевых шлюзов. Специалисты АО «РТСофт» в этом проекте не участвуют в разработке целевых систем, а выступают исключительно в роли поставщика готовых промышленных компьютерных платформ собственного производства, обеспечивая высококачественный гарантийный сервис и сервис технической поддержки.

Экспортные образцы машин BLOK Industrial построены на мобильной встра-



иваемой платформе Intel Core i7-6822EQ с 16 ГБ DDR4-2600. Они оснащены мощными ресурсами промышленных накопителей SSD компании Transcend, выполнены в диапазоне температур эксплуатации $-10...+55^{\circ}\text{C}$ и поддерживают одновременную работу до 5 индивидуальных каналов GbEthernet, 3 мультимедийных интерфейсов DisplayPort 1.2 с поддержкой 4K UHD под управлением операционной системы класса Linux. Для повышения надёжности эксплуатации в тропическом климате машины поставлены с опцией дополнительного конформного покрытия встроенных электронных модулей с применением профессиональных защитных материалов компании Electrolube.

Для «РТСофт» это первый опыт поставки собственных серийных промышленных платформ потребителям из Юго-Восточной Азии, где сильны позиции китайских и европейских производителей примерно ана-

логичного класса техники. В будущем компания планирует расширить географию поставок изделий собственного производства зарубежным потребителям. Машины будут поставляться как под собственной торговой маркой АО «РТСофт» (BLOK Industrial), так и под торговыми марками заказчика в режиме классического ODM.

Заказчики «РТСофт» из Куала-Лумпура высоко оценили достойный набор характеристик и функционал линейки BLOK, отличную совместимость с ОС класса Windows и Linux, простоту и удобство встраивания в стандартные механические конфигурации разрабатываемых на базе Евромеханики систем, конкурентоспособные цены и позитивный клиентоориентированный сервис инженеров и менеджеров компании «РТСофт».

Дополнительную информацию о продуктовых линиях BLOK можно посмотреть на сайте blok.rtsoft.ru

**«ПЛАНАР» представляет
ВАЦ серии «КОБАЛЬТ»
с расширенным диапазоном частот**

В линейке приборов серии «Кобальт» представлены векторные анализаторы цепей (ВАЦ) C4209, C4409, C4220, C4420 с переключателями на передней панели для подключения модулей расширения частотного диапазона TFE1854, выполняющих роль внешних преобразователей.

Применение модулей обеспечивает сдвиг верхней границы диапазона рабочих частот при измерении комплексных коэффициентов передачи и отражения вплоть до микроволновых длин волн.

Архитектура построения анализаторов с модулями широко применяется в промышленности и имеет ряд преимуществ. Непосредственное подключение модулей к портам исследуемых устройств снижает погрешность и стоимость измерений. Из-за компактности преобразователей их можно легко переносить и подключать к портам устройств с пространственно разнесён-



ными соединителями. При использовании оптического соединения можно увеличить расстояния до десятков метров.

Функциональные возможности:

- диапазон частот до 54 ГГц;
- S-параметры, коэффициент передачи и отражения, KСВН;
- измерение устройств с переносом частоты;
- измерение параметров в дифференциальном режиме;

- динамический диапазон более 130 дБ;
- минимальное время измерений 10 мкс;
- регулировка выходной мощности 30 дБ;
- удалённое управление COM/DCOM, TCP/IP Socket;
- программное обеспечение для Windows и Linux.

Подробное описание векторных анализаторов цепей представлено на сайте компании ПЛАНАР – www.planarchel.ru.

Тел.: +7 (351) 72-99-777

НОВАЯ СЕРИЯ EY СТАБИЛИЗИРОВАННЫХ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ИП XP GLASSMAN

Компания XP Glassman представляет новую серию EY стабилизированных высоковольтных источников питания, обеспечивающих выходные напряжения до 60 кВ при мощности 1200 Вт.

Серия EY, замена устаревшей серии EQ, является продуктовым рядом 1,2-кВт стабилизированных высоковольтных источников питания. Серия EY использует общую платформу на основе средств управления пользователя, схем формирователей, средств отображения и платы дистанционного интерфейса, которые используются для всей новой высоковольтной продукции XP Glassman. Заказчик может использовать одинаковые схемы управления и эргономику для этих изделий в том случае, если в его распоряжении имеется более чем одно изделие.

Серия EY доступна с рядом моделей с номинальными выходными напряжениями от 0 до 1 кВ и от 0 до 60 кВ. Предлагаются модели с положительной, отрицательной или обратимой полярностью относительно заземления на шасси.

Эти изделия, как все источники питания XP Glassman, обеспечивают работу с постоянным напряжением и постоянным током с автоматическим переходом в режим ограничения тока, предотвращая выходной ток от превышения запрограммированного уровня. Когда устраняется режим перегрузки, выходное напряжение автоматически возвращается к своему заданному значению и источник питания переходит в рабочий режим стабилизации напряжения.

Источники питания предназначены для работы от сети переменного напряжения (однофазной) с диапазоном изменения от 180 до 264 В с коэффициентом коррекции мощности $>0,995$. Диапазон рабочих температур от -20 до $+40^{\circ}\text{C}$. Коэффициент нестабильности составляет 0,01% после прогрева в течение 30 мин и достигает значения 0,05% после 8-часовой работы. Металлический корпус с передней панелью высотой 2U разработан для монтажа в 19" каркас и имеет встроенный охлаждающий вентилятор.

Функция автоматической стабилизации тока защищает от всех перегрузок, включая дуговой разряд и короткое замыкание. Тепловые ключи и датчики скорости вращения вентилятора обеспечивают защиту от перегрева.



На передней панели размещён 3,5-разрядный светодиодный измерительный прибор для отображения мощности по переменному току, режима стабилизации тока, режима стабилизации напряжения, полярности напряжения, аварийного режима, точной настройки, предварительной настройки, блокировки управления, дистанционного включения, дистанционного программирования, включения выходного высокого напряжения. Поворотные регуляторы обеспечивают подстройку выходного напряжения и тока. Переключатели (моментального действия) обеспечивают включение высокого напряжения; включение функции регулировки наклона медленного включения; переход в дежурный режим; дистанционное управление; дистанционное программирование; предварительную установку; точную регулировку; блокировку управления.

Новая линейка изделий имеет стандартную функцию дистанционного аналогового и цифрового управления через порты RS-232 и USB. Функция управления через Ethernet является опциональной.

Одной из заметных функций новых устройств является схема обнаружения дугового разряда для содействия в защите источника питания и нагрузки. Другими функциями являются корректор коэффициента мощности и встроенные контроллеры.

Типичными применениями источников питания серии EY являются устройства для

напыления покрытий и создания тлеющего разряда; оборудование для ионной имплантации. Эти приборы применяются в электростатике, в источниках плазмы и циклотронах.

Основные характеристики источников питания серии EY:

- выходная мощность 1200 Вт с встроенным принудительным воздушным охлаждением;
- монтаж в каркас высотой 2U;
- соответствие требованиям стандарта безопасности EN/IEC61010;
- диапазон входного напряжения от 180 до 264 В;
- доступны модели с положительным, отрицательным и обратимым выходами;
- выходные напряжения от 0 до 1/1,5/2/3/5/6 кВ (только модели с обратимым выходом);
- выходные напряжения от 0 до 8/10/12/15/20/25/30/40/50/60 кВ (модели с положительным, отрицательным и обратимым выходом);
- КПД $>85\%$ при полной нагрузке;
- ККМ $>0,995$;
- защита от дугового разряда, короткого замыкания и перегрева;
- встроенный цифровой интерфейс;
- вес 8,4 кг;
- диапазон рабочих температур от -20 до $+40^{\circ}\text{C}$.

На все источники питания серии EY предоставляется гарантия 3 года.

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

GS GROUP НАЧАЛ ПРОИЗВОДСТВО SSD С ИНТЕРФЕЙСОМ PCI EXPRESS

Интерфейс PCI Express (PCI-e) позволяет обмениваться информацией со скоростью до 32 Гбит/с, в то время как для SATA этот показатель не превышает 6 Гбит/с. SSD с интерфейсом PCI-e работают на специальном протоколе NVMe Express, который поддерживает многоканальную работу – несколько приложений взаимодействуют с памятью одновременно, что ускоряет работу устройства и повышает его надёжность, так как каналы резервируют друг друга. В результате

скорость произвольных операций SSD с интерфейсом PCI-e выше в 5 раз по сравнению с устройствами с интерфейсом SATA.

GS Nanotech (центр разработки микроэлектроники в составе GS Group) с 2016 года реализует первый в России проект по разработке и массовому производству SSD.

Массовое производство накопителей ёмкостью 256 Гб с интерфейсом SATA началось в 2018 году. Сегодня компания предлагает целую линейку устройств ёмкостью до 2 ТБ для различных применений в нескольких форм-факторах. В основе SSD – произведённые GS Nanotech модули памяти, в составе ко-

торых последнее поколение кристаллов 3D TLC NAND памяти от ведущих мировых производителей. Весь производственный цикл – разработка и проектирование SSD, корпусирование модулей памяти, монтаж компонентов на плате, финальная сборка и упаковка изделий – реализован в инновационном кластере «Технополис GS» (г. Гусев, Калининградская область), мощности которого позволяют выпускать более 1 млн устройств в год.

В таблице представлены сравнительные характеристики SSD с интерфейсами SATA 3.0 и PCI-e.

В таблице указаны максимальные значения, которые зависят от используемой NAND Flash памяти и объёма накопителя.

<http://gsnanotech.ru/>

Тел.: +7 (40143) 3-68-01/00

Характеристики записи/чтения	GS SSD SATA 3.0	GS SSD PCI-e (NVMe)
Скорость последовательной записи	До 520 Мб/с	До 3200 Мб/с
Скорость последовательного чтения	До 560 Мб/с	До 3200 Мб/с
Скорость произвольной записи	До 70 000 IOPS	До 70 000 IOPS
Скорость произвольного чтения	До 90 000 IOPS	До 400 000 IOPS

180-ВАТТНЫЕ AC/DC ДЛЯ МОНТАЖА НА ШАССИ ДЛЯ ИТ И МЕДИЦИНЫ

Новая серия источников питания серии UCP180, представленная компанией XP Power, предназначена для монтажа на шасси. Приборы сертифицированы для применения в медицинском оборудовании типа BF (с двумя средствами защиты пациента 2×MOPP) и в оборудовании информационной технологии (ITE).

Источники питания серии UCP180 доступны в двух конструктивных исполнениях: П-образное шасси и с установленным защитным кожухом. При конвекционном отводе тепла обеспечивается мощность 120 Вт, при охлаждении принудительным воздушным потоком обеспечивается мощность в нагрузке 180 Вт.

Модули питания серии UCP180 предназначены для работы от однофазной сети переменного напряжения с отклонением от 80 до 264 В, при напряжении ниже 90 В мощность в нагрузке уменьшается. Предлагаются модели с выходными напряжениями 12, 15, 18, 24, 28, 36 и 48 В.

Каждый модуль также имеет канал для обеспечения питанием охлаждающего вентилятора.

Гальваническая развязка выходных цепей от шин источника входной электроэнергии составляет 4000 В, между входными цепями и корпусом – 1500 В, между вторичной цепью и корпусом – 1500 В.

Модули питания серии UCP180 соответствуют требованиям следующих стандартов: EN55011/EN55032 Class B по уровню генерируемых кондуктивных помех и Class A по уровню помех излучения (Class B при установленных внешних фильтрующих компонентах); по стойкости к электромагнитным помехам соответствуют требованиям стандарта IEC 60601-1-2 издание 4 2014, EN61000-4-2/3/4/5/6/8; EN55024. Обеспечение безопасности гарантируется соответствием требованиям стандартов: CB IEC60950-1-1, IEC62368-1 (ITE); UL60950-1, UL62368-1 (ITE); CB EN60601-1 (медицинский); UL ES60601-1 (медицинский); UL ES60601-1 (медицинский); TUV EN60601-1 (медицинский).

Среднее значение КПД составляет 92%, а при работе в режиме холостого хода потребляется не более 0,5 Вт. Все модели оснащены защитой от перегрева, перегрузки по току, перенапряжения и короткого замыкания. В цепь фазного провода и провода нейтрали встроены предохранители для обеспечения соответствия требованиям стандарта IEC60601-1. Источники питания сохраняют работоспособность в диапазоне температур от –40 до +70°C, полная мощность обеспечивается в диапазоне температур от –20 до +50°C. Среднее значение времени между отказами (MTBF), рассчитанное по стандарту MIL-HDBK-217F, Notice 2 для температуры +25°C в условиях применения в стационарном наземном оборудовании, составляет 300 000 ч.

Металлический П-образный корпус имеет высоту менее 1U. Размеры корпуса 107,6×62,8×29,5 мм. Исполнение с защитным кожухом имеет размеры 107,6×62,8×35,5 мм. Предлагается исполнение с винтовыми зажимами для подключения внешних цепей.

С высокими КПД и удельной мощностью, сертифицированные для применения в оборудовании типа BF (обеспечивает защиту от поражения электрическим током при намеренном контакте с телом пациента), источники питания серии UCP180 являются идеальными для применения в медицинской аппаратуре и оборудовании информационной технологии, где требуется компактность, высокая удельная мощность источников питания с выходными мощностями 120/180 Вт.

<http://prosoft.ru>

Тел.: (495) 234-06-36



Новые дисплеи от Litemax для наддверных табло

Компания Litemax, пионер и один из лучших производителей полосковых и сверхъярких дисплеев представляет новинку – дисплей формата 16:4,4 с диагональю 35,8" и разрешением FHD.

Современный транспорт немислим без дисплеев. Причём не только дисплеев «технических», необходимых машинистам, водителям и обслуживающему персоналу, но и дисплеев для пассажиров.

Одним из самых популярных мировых решений стало наддверное табло. Располагается оно, как правило, над дверями автобусов, троллейбусов и трамваев и нужно для вывода маршрута следования, основной информации о времени и погоде, а также для рекламы.

Однако далеко не все дисплеи можно применять в таких узких габаритах. Идеаль-



ное решение – серия полосковых дисплеев Spanpixel от Litemax с нестандартным сверхшироким форматом. Новый дисплей из этой серии – SSH3588 – отличается очень сбалансированными габаритами, хорошо подходящими для разных видов транспорта.

Дисплей 3588-I традиционно для Litemax доступен в трёх модификациях: версия SSF (только панель), версия SSH (панель и полный комплект подключения) и SSD (версия в металлическом корпусе). Для того чтобы этот дисплей можно было использовать в си-

стемах информации на улице, предусмотрены яркая подсветка и широкие углы обзора.

Основные характеристики SSH3588-I:

- диагональ 35,8";
- формат экрана 16:4,4;
- разрешение 1920×534;
- яркость 1600 кд/м²;
- контрастность 10 000:1;
- углы обзора – 178°/178° (горизонт./вертикал.).

www.prochip.ru

Тел.: (495) 232-2522 доб. 11685

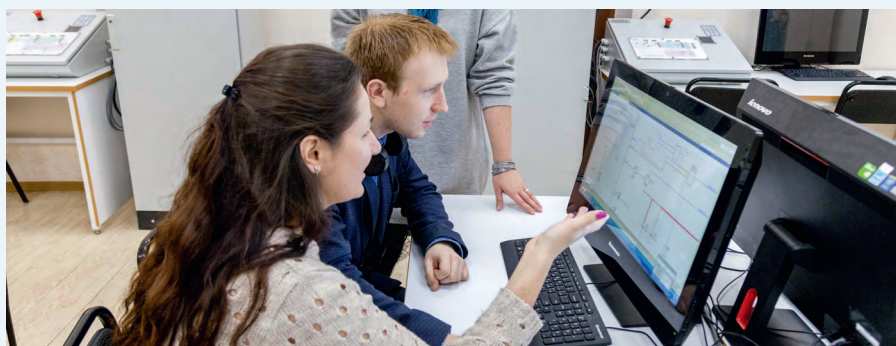
СОБЫТИЯ

«ЛЭТИ» & «ЭРЕМЕКС»: СОВМЕСТНЫЕ УСИЛИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СОВРЕМЕННЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» и ведущий отечественный разработчик САПР электроники компания «ЭРЕМЕКС» приступили к реализации совместной обучающей программы.

Сотрудничество сторон в рамках внедрения комплексной обучающей программы предусматривает оснащение вуза программным обеспечением «ЭРЕМЕКС» и проведение совместных мероприятий для ведущих предприятий региона.

Новый долгосрочный проект является продолжением успешного сотрудничества СПбГЭТУ «ЛЭТИ» с одним из стратегических партнёров университета. Профессиональное общение между специалистами «ЭРЕМЕКС», студентами, выпускниками и преподавателями СПбГЭТУ «ЛЭТИ» ведётся уже давно и успешно. Его достойным результатом стала договоренность об организации совместного образовательного проекта на основе перспективной системы автоматизированного проектирования печатных плат Delta Design. В рамках развития сотрудничества компания «ЭРЕМЕКС» осуществляет поставку более 50 лицензий программного продукта САПР Delta Design для факультета электротехники и автоматики, факультета радиотехники и телекоммуникаций и факультета компьютерных технологий и информатики, а также для реализации научно-исследовательских проектов.



В феврале 2019 года группа преподавателей и студентов «ЛЭТИ» под руководством специалистов «ЭРЕМЕКС» прошла обучение базовому курсу работы с системой. В настоящее время осуществляется внедрение Delta Design в учебный процесс вуза.

«Разработка современной аппаратуры сегодня невозможна без применения систем автоматизированного проектирования, которые давно и успешно заменили труд конструктора и разработчика, когда он стоял возле кульмана. В своё время в «ЛЭТИ», в том числе на кафедре Игоря Германовича Мироненко, работали научные группы, которые успешно взаимодействовали с предприятиями, разрабатывали программное обеспечение и аппаратуру, – рассказывает проректор по стратегическому развитию СПбГЭТУ «ЛЭТИ» Виктор Анатольевич Тулик. – С переходом к персональным вычислительным технологиям лидерство на рынке захватили ведущие мировые производители – и программного обеспечения, и вычислительных ресурсов. Поэтому долгое время мы в основном учили студентов использовать зарубежное программное обеспечение. Сегодня отечественные разработки всё более успешно выходят на рос-

сийский рынок. В данном случае мы имеем возможность взаимодействовать с одним из ведущих отечественных разработчиков программного обеспечения для создания электронных средств. В «ЛЭТИ» есть специалисты, которые детально знакомы с этим проектом. Мы используем пакет Delta Design в учебном процессе, показывая соотношение этого программного обеспечения и его зарубежных аналогов. Мы считаем, что выпускник будет обладать большими компетенциями и возможностями для работы на современном предприятии высокотехнологичных отраслей экономики, если он будет понимать, чем хороши и чем отличаются друг от друга перспективные и применяющиеся сегодня САПР. Поэтому мы заинтересованы в таком сотрудничестве – для нас это шаг вперед».

В рамках укрепления и развития сотрудничества 28–29 мая 2019 года на базе СПбГЭТУ «ЛЭТИ» будет проведена совместная конференция «День радио „ЭРЕМЕКС“ в Санкт-Петербурге», участниками которой станут представители крупнейших профильных предприятий Северо-Западного региона.

Новости университета СПбГЭТУ

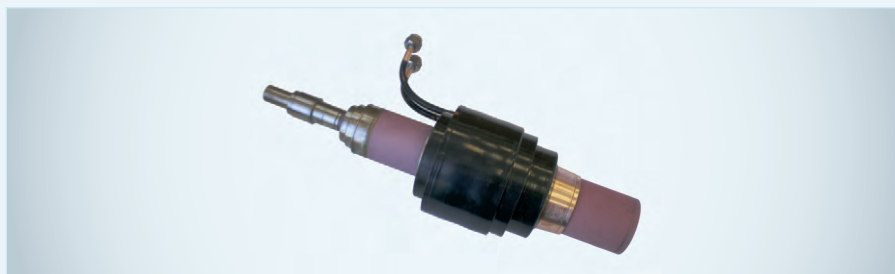
«ЛЭТИ»

ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

Мощные магнетроны для СВЧ-нагрева

Предприятие ЗАО «НПП «Магратеп» – российский производитель линейки мощных магнетронов для СВЧ-нагрева.

Флагманской моделью является магнетрон М-177 с выходной мощностью 75 кВт и коэффициентом полезного действия 85% на частоте 915 МГц. Прибор используется в промышленных установках для размораживания мясных продуктов, сушки древесины и для предподогрева клеёного древесного бруса. Магнетрон М-177 полностью аналогичен американскому прибору CWM-75L, благодаря чему может быть использован в установках зарубежного производства без переделки конструкции и источников питания.



Также специалисты «НПП «Магратеп» разработали малогабаритные направленные ответвители на частоты 915 и 2450 МГц для измерения проходящей и отражённой мощности в выходном волноводном тракте. Их применение позволяет оптимизировать режим работы магнетрона и избежать аварийной работы на нагрузку с большим отражением. Ответвители при ослабле-

нии сигналов 50...70 дБ имеют направленность не хуже 20 дБ в рабочей полосе частот. Ослабление выбирается заказчиком. К коаксиальному выходу сечением 7/3 мм (N-розетка) можно подключать цифровые измерители мощности и частоты либо схемы защиты.

www.magratep.com
Тел.: (495) 225-6034

Новые резисторы и чип-индуктивности специального назначения

АО «НПО «ЭРКОН» было образовано в результате реорганизации ЗАО «Резистор-НН» (ранее завод «Орбита»). Со времени основания компания является лидером в разработке, производстве и реализации постоянных непроволочных резисторов промышленного и специального назначения. Компания предлагает прецизионные, мощные, высоковольтные и СВЧ-резисторы, изготовленные по тонко- и толстоплёночной технологии, как для поверхностного, так и для навесного монтажа.

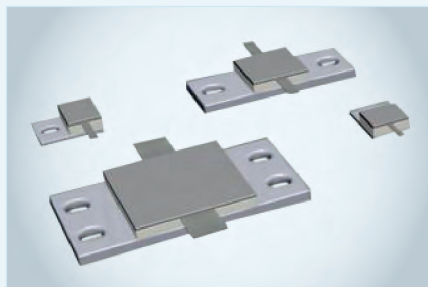


акционерное общество
ЭРКОН
научно-производственное объединение

АО «НПО «ЭРКОН» освоило производство мощных фольговых прецизионных шунтов, датчиков тока, нагрузочных и тормозных резисторов типа **P2-108A** в корпусах ТО-220 и типа **P2-108Б** в корпусе ТО-263 (аналогично D2PAK для поверхностного монтажа):

- мощность рассеяния 15 и 30 Вт;
- номинальное сопротивление 0,01...50 Ом (E24);
- температурный коэффициент сопротивления до 15 ppm/K;
- допустимое отклонение сопротивления $\pm 0,01...1\%$.

Расширена номенклатура мощных ВЧ- и СВЧ-резисторов и терминаторов (согласованных нагрузок).



Разработана серия резисторов **P1-170**:

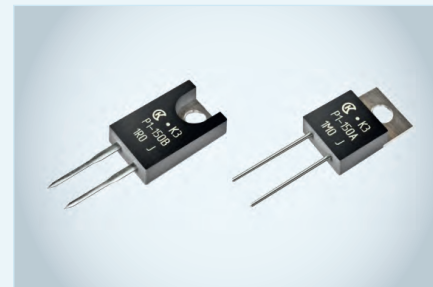
- номинальная мощность рассеяния до 1000 Вт;
- диапазон рабочих частот до 18 ГГц;
- КСВН в рабочей полосе частот не более 1,25;
- номинальное сопротивление 12,5...100 Ом;
- возможны поставки как фланцевых, так и бесфланцевых конструктивных исполнений резисторов.

Разработаны СВЧ-резисторы и оконечные нагрузки типа **P1-158** для поверхностного монтажа:

- номинальная мощность рассеяния 8 Вт в корпусе типоразмера 1206;
- диапазон рабочих частот до 6 ГГц;
- КСВН в рабочей полосе частот не более 1,25.

Расширена линейка ВЧ и СВЧ чип-индуктивностей типов КИК и КИФ:

- в типоразмерный ряд корпусов 0402, 0603, 0805 добавлен типоразмер 1008;
- расширен диапазон номинальных индуктивностей от 1 нГн до 100 мкГн;
- допустимое отклонение индуктивности $\pm 2\%, \pm 5\%$;
- минимальная резонансная частота 0,01...12,7 ГГц;
- допустимый ток обмотки до 2,1 А;



- диапазон рабочих температур чип-индуктивностей на керамическом основании $-60...+140^\circ\text{C}$;
- диапазон рабочих температур чип-индуктивностей на ферритовом основании $-60...+100^\circ\text{C}$.

Предприятие приступило к серийному выпуску специальной серии электропиротехнических инициирующих резисторов типа **P1-151**.

На предприятии в Нижнем Новгороде производится унифицированная серия толстоплёночных чип-резисторов **P1-8В**:

- мощность рассеяния 0,063...2 Вт (0402...4020);
- номинальное сопротивление 0,15... 10^7 Ом, в том числе чип-перемычки;
- допустимое отклонение сопротивления $\pm 0,5\%; \pm 1\%; \pm 5\%$.

Представленная выше продукция АО «НПО «ЭРКОН» разработана в соответствии с требованиями заказчика, выпускается серийно и соответствует требованиям военных стандартов.

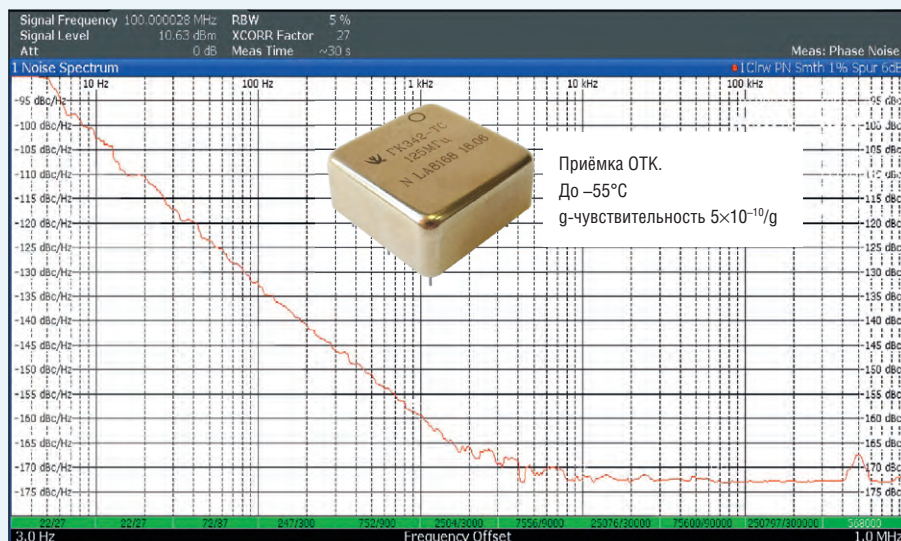
Более подробная информация о новинках: резисторах (высоковольтных, высокоомных, высокочастотных, прецизионных, мощных), аттенуаторах, делителях напряжения, наборах резисторов и индуктивностях представлена на сайте www.erkon-nn.ru.

ПРЕЦИЗИОННЫЙ ТЕРМОСТАТИРОВАННЫЙ КВАРЦЕВЫЙ ГЕНЕРАТОР ГК342-ТС

АО «Морион» (г. Санкт-Петербург), ведущее предприятие России и один из мировых лидеров в области разработки и серийного производства пьезоэлектронных приборов стабилизации и селекции частоты, представляет прецизионный высокочастотный мал шумящий миниатюрный термостатированный кварцевый генератор ГК342-ТС.

Ключевыми особенностями данного прибора являются:

- широкий диапазон рабочих температур от -55 до $+85^{\circ}\text{C}$;
- низкая интегральная g-чувствительность – не хуже $5 \times 10^{-10}/\text{g}$.
Генератор обеспечивает:
- температурную нестабильность частоты до 5×10^{-8} ;
- уровень относительной спектральной плотности мощности фазовых шумов не хуже -170 дБн/Гц при отстройке 10 кГц;
- долговременную нестабильность частоты не хуже 1×10^{-7} за год.



Конструкция генератора обеспечивает отсутствие собственных механических резонансных частот в диапазоне до 2 кГц.

Прибор востребован для применения как в существующей, так и в перспективной аппаратуре, работающей в суровых условиях эксплуатации. Также возможно применение в рамках программ импортозамещения.

Основные характеристики генератора ГК342-ТС:

- диапазон частот от 48 до 125 МГц;

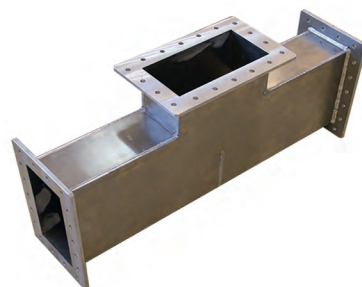
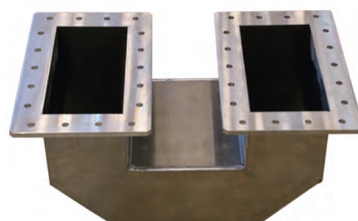
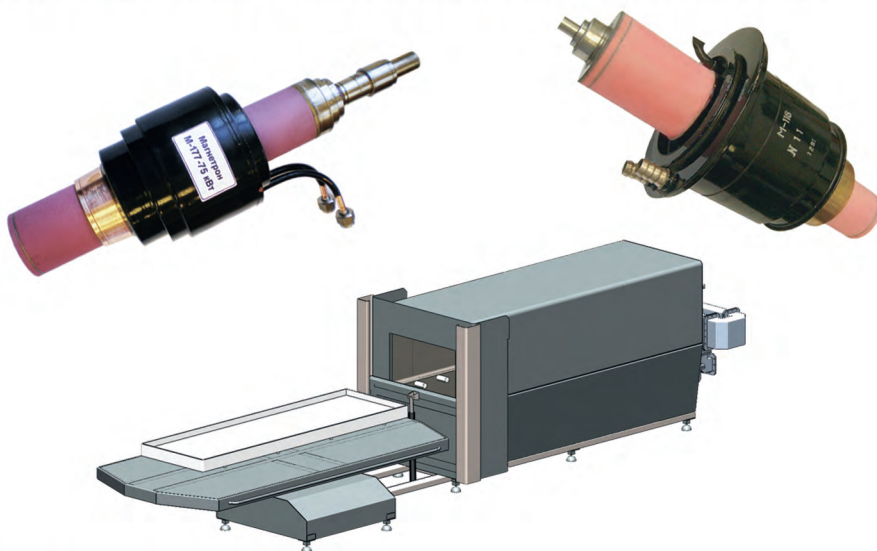
- напряжение питания – 12 В;
- выходное напряжение сигнала синусоидальной формы на внешней активной нагрузке 50 Ом составляет не менее 400 мВ;
- габаритные размеры 26,0×26,0×10,3 мм.

Прибор доступен к поставке в категории качества «ОТК».

Подробную информацию об этих генераторах и других приборах производства АО «Морион» можно получить на сайте www.morion.com.ru.

МАГнетрон РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЯ ПРИМЕНЕНИЕ МАГРАТЕП

Мощные магнетроны, источники питания магнетронов,
СВЧ-компоненты и СВЧ-установки для промышленного применения



ЗАО «НПП «МАГРАТЕП»

141190, Россия, Московская обл., г. Фрязино, ул. Вокзальная, д. 2а.

Тел.: +7(495)565-13-04, www.magratep.com

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

Часть 1

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

В статье представлены предложения по развитию трёхмерных фотон-электронных информационно-вычислительных и радиифотонных систем на базе 3D матричных фотон-электронных процессорных модулей (3D М ФЭ ПМ).

В первой части представлен обзор технологий построения архитектур вычислительных систем для выбора и создания 3D М ФЭ ПМ с сетевой архитектурой.

Микроэлектронная технология последнего поколения увеличила интеграцию систем-на-кристалле, частично перенесла электрические связи, ранее располагавшиеся на печатной плате, и, как следствие, повысила производительность различных устройств, однако не решила проблему соединений – связь по-прежнему остаётся электрической. Сегодня, чтобы обеспечить внешние соединения с интегральной системой-на-кристалле, необходимо реализовать электрические связи на уровне корпуса, которые насчитывают уже более 1000 электрических выводов. Рост их числа обусловлен увеличением количества линий сигнальных интерфейсов на кристалле, а также необходимостью многократных связей по питанию и земле. При этом тактовая частота внутри кристалла превышает значение тактовой частоты вне кристалла в 4–10 раз. Проблема электрических связей снова перенесена на многослойную печатную плату, она остаётся центральной и в современных программируемых логических интегральных схемах (ПЛИС), и в микропроцессорах с многоядерной архитектурой.

Микропроцессор содержит миллионы транзисторов, соединённых между собой тончайшими проводниками из алюминия или меди и используемых для обработки данных. В результате микропроцессор выполняет множество функций – от математических и логических операций до управления работой других микросхем и всего компьютера. Главные параметры функционирования микропроцессора – часто-

та работы кристалла, определяющая количество операций за единицу времени, частота работы системной шины, объём внутренней кэш-памяти SRAM. Частота работы кристалла определяется частотой переключений транзисторов. Возможность транзистора переключаться быстрее определяется технологией производства кремниевых пластин, из которых изготавливаются чипы. При использовании техпроцесса формируются слои кремния. Каждый слой имеет свой собственный рисунок, в совокупности все эти слои образуют трёхмерную электронную схему процессора – например, при 90 нм техпроцессе было сформировано 7 слоёв кремния.

В настоящее время разработанная IBM совместно с GF и Samsung технология 5 нм практически получила теоретически достижимый минимум для кремния. При этом возможно дальнейшее наращивание ядер, хотя особого смысла для обычных вычислений в этом нет. Предельное количество ядер на 5,6707 нм – 36 у Intel, 40 у AMD. Дальнейшее увеличение просто невозможно, т.к. требует мощных схем питания и системы водяного охлаждения. На этом микропроцессорное развитие вычислительной техники останавливается и начинается поиск новых архитектурных решений.

Технология кремний-на-сапфире (КНС) рассматривается как одна из перспективных для изготовления высокочастотных интегральных схем (ИС) с повышенной плотностью элементов. Структуры, изготовленные по этой

технологии, более долговечны, имеют высокую стойкость к радиации и потребляют меньше энергии по сравнению со структурами, изготовленными на массивном кремнии. По технологии КНС сейчас изготавливают только МОП- и КМОП-микросхемы.

С точки зрения использования в ИС преимущества КМОП-технологии на основе КНС таковы:

- уменьшение паразитных ёмкостей по причине использования изолирующей подложки, что обеспечивает увеличение быстродействия и уменьшение искажений;
- улучшение характеристик линейности, возможность использования меньших напряжений;
- высокий уровень развязки и уменьшение уровня помех благодаря изолирующим свойствам подложки;
- возможность ввода фотонных сигналов через подложку.

В случае ВЧ цифроаналоговых применений приборы на основе КНС обеспечивают большую величину максимальной частоты $F_{\max}$. Оценки показывают, что технология КМОП КНС с разрешением 0,5 мкм способна обеспечить достижение $F_{\max}=50$ ГГц, что превышает аналогичный параметр для приборов, изготавливаемых по КМОП-технологии на объёмном кремнии с разрешением 0,13 мкм. Технология КНС остаётся весьма перспективной для массового выпуска надёжной и недорогой продукции благодаря простоте использования изолирующего материала подложки и ввода/вывода фотонных сигналов через подложку, но она не имеет такого высокого разрешения, как на массивном кремнии.

Сегодня архитектура микропроцессоров стала единообразной и система становится критичнее.

Процессор – это транзистор современности, который имеет 3 ограничения:

1. Энергетическая стена. Старая истина: энергия не стоит ничего, тран-

Сравнение машины фон Неймана с антимашиной

	Машина фон Неймана	Антимашина
	Языки потока команд	Языки потока данных
Базисные последовательные элементы	Следующая команда	Следующий элемент данных
	Безусловный переход (goto) по адресу команды	Безусловный переход (goto) по адресу данных
	Переход на произвольный шаг (jump) по адресу команды	Переход на произвольный шаг (jump) по адресу данных
	Цикл команды	Цикл данных
	Переход в исходное состояние (escape)	Переход в исходное состояние (escape)
	Команды условных переходов	Команды условных переходов
	Параллелизм внутренних циклов невозможен	Параллелизм внутренних циклов возможен

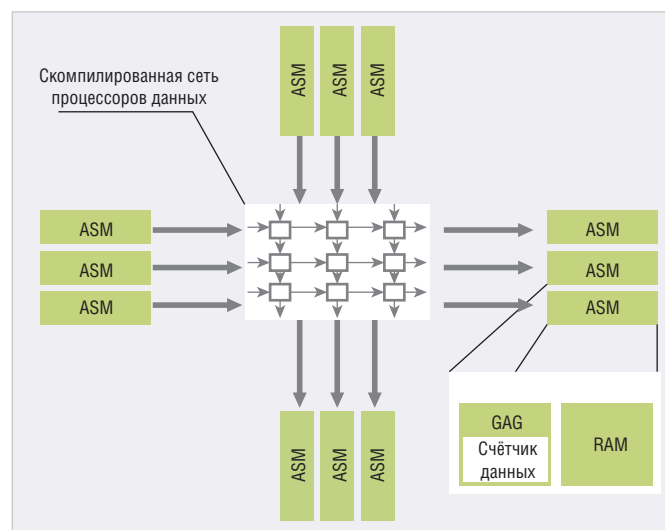


Рис. 1. Общая схема антимашины

зисторы дороги. Новая истина: дорога́ энергия, транзисторы не стоят ничего.

2. Стена памяти. Старая истина: память работает быстро, а операции с плавающей запятой медленны. Новая истина: системную производительность сдерживает память, операции выполняются быстро.
3. Стена параллелизма на уровне команд. Старая истина: производительность можно повысить за счёт улучшения качества компиляторов и таких архитектурных усовершенствований, как конвейеры, внеочередное выполнение команд, сверхдлинное командное слово, явный параллелизм команд и др. Новая истина: естественный параллелизм; команды и длинные, и короткие, но выполняются они параллельно на разных ядрах.

Одноядерные процессоры бесперспективны, но и многоядерные процессоры, если всё сводится к размещению большего числа классических простых ядер на одной подложке, не решают всех проблем, т.к. их сложно программировать.

Существуют различные схемы построения вычислительных систем. Гарвардская схема основывается на том, что процессом вычислений управляют входные потоки данных, которые на входе системы попадают в подготовленную вычислительную инфраструктуру, обладающую естественным параллелизмом. Схема фон Неймана предполагает, что вычислительным процессом управляет поток команд, а данные, в основном статичные, выбираются из каких-то систем хранения или из памяти. Современные процессорные

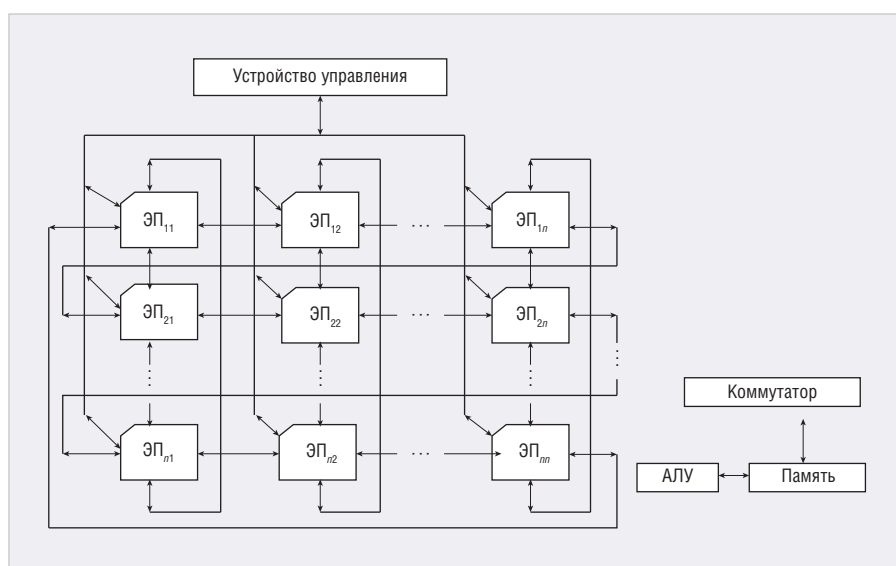


Рис. 2. Структура матричной системы

и вычислительные системы в основном используют принцип управления вычислениями фон Неймана.

Схема с архитектурой «антимашина» от машины фон Неймана отличается наличием одного или нескольких счётчиков, управляющих потоками данных. Она программируется с использованием потокового обеспечения, а роль центрального процессора в ней играют один или несколько процессоров данных. Центральной частью антимашины может стать память с автоматической последовательностью.

Антисимметрия между машиной фон Неймана и антимашиной наблюдается во всём, за исключением того, что антимашина допускает параллелизм внутренних циклов (см. табл.), а это значит, что в ней решается проблема параллельной обработки данных.

Общая схема антимашины приведена на рисунке 1.

В антимашине доступ к памяти обеспечивается не по адресу команды или фрагмента данных, записанному в соответствующий регистр, а посредством универсального генератора адресов. Его преимущество в том, что он позволяет передавать блоки и потоки данных. В то же время компиляция, посредством которой создаётся специализированная под определённую задачу система, заключается в объединении нужного количества настроенных процессоров данных в общий массив для выполнения определённых алгоритмов, как в реконфигурируемых матричных процессорах.

Матричные вычислительные системы (см. рис. 2) обладают более широкими архитектурными возможностями, чем конвейерные фон-неймановские системы, их каноническая архитектура относится к классу SIMD – одиночный

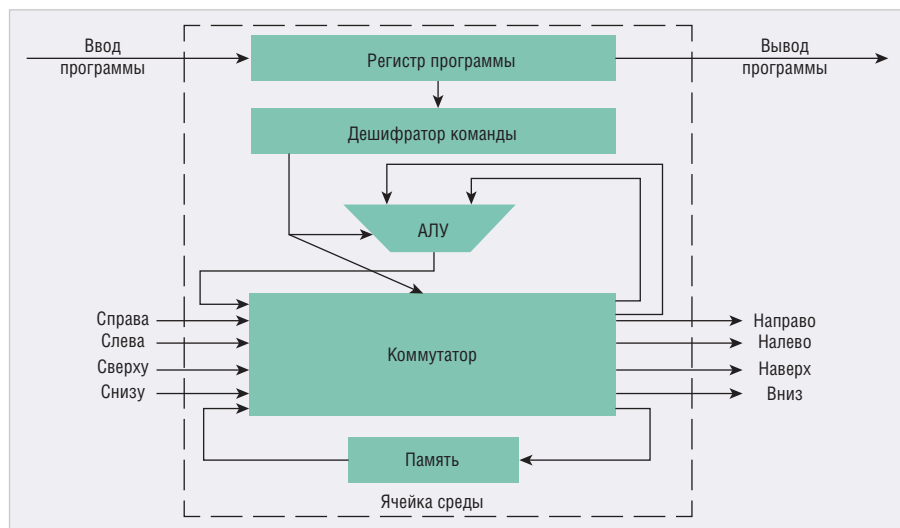


Рис. 3. Структура ячейки ПЭ матричной системы

поток команд множественных потоков данных.

В основе матричных вычислительных систем лежит матричный процессор, состоящий из массива процессорных элементов (ПЭ), которые осуществляют параллельную обработку множественных элементов данных. Единый поток команд, управляющий обработкой данных в ПЭ, которые передаются по шине широкополосной рассылки, генерируется управляющим процессором (УП). УП соединяет матричную SIMD-систему с внешним миром, используя для этого сетевой интерфейс (СИ).

Неотъемлемыми компонентами ПЭ в большинстве вычислительных систем являются:

- арифметико-логическое устройство (АЛУ);
- регистры данных;
- СИ, который может включать в свой состав регистры пересылки данных;

- номер процессора;
- регистр флага разрешения маскирования (F);
- локальная память;
- коммутатор.

Структура ячейки ПЭ матричной системы представлена на рисунке 3.

В реконфигурируемой матричной системе (см. рис. 4) вершины графа вычислительного процесса задаются между ПЭ матрицы, а указанные графом связи по управлению и данным реализуются с помощью соединительной сети.

Эффективность функционирования такой системы требует однородности этапов по времени выполнения и требуемым ресурсам.

ПЭ выполняет команды над операндами, поступающими из информационных каналов или из внутренней памяти.

Настройка ячеек может быть статической или динамической.

Конфигурирование является чисто локальной операцией. В ней участвуют два ПЭ: тот, который имеет новое содержимое, и тот, в который это содержимое записывается. Благодаря локальности операции конфигурирования могут производиться одновременно во множестве различных областей матрицы ПЭ.

Реконфигурируемая матричная система с архитектурой PicoArray (см. рис. 5) содержит 430 ПЭ, причём каждый работает на частоте 160 МГц и выполняет три команды за один цикл. Все ПЭ взаимодействуют посредством шин с суммарной пропускной способностью 5 Гбит/с. В состав архитектуры PicoArray входят ПЭ трёх типов: для быстрой реализации процедур в алгоритмах типа Витерби, для быстрого умножения с накоплением и для быстрой реализации контроллерных процедур. Кроме того, в состав архитектуры входят коммутационный и интерфейсный элементы. Программирование задач реализуется посредством индивидуальной настройки каждого ПЭ на выполняемую функцию. Архитектура PicoArray может увеличивать свою производительность путём каскадного наращивания. PicoArray изготовлен по 130 нм технологии на предприятии Taiwan Semiconductor Manufacturing Co.

Процессоры с многоядерной архитектурой (см. рис. 6) позволяют повышать производительность, они стали одним из основных направлений развития современной компьютерной техники. Многоядерный процессор – это центральный микропроцессор, содержащий 2 и более вычислительных ядер

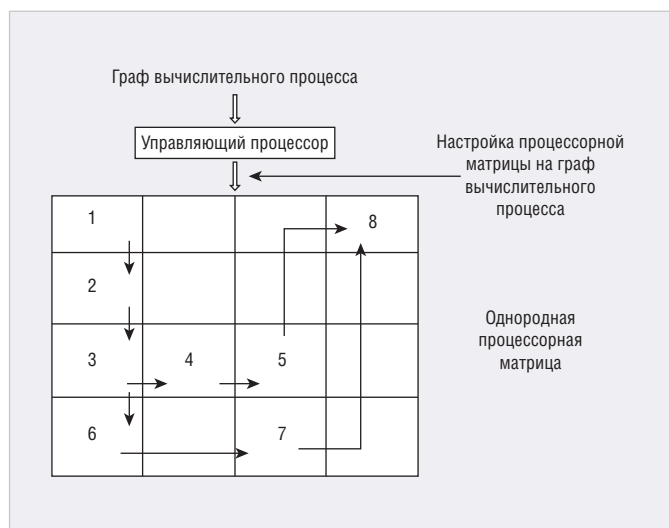


Рис. 4. Реконфигурируемая матричная система

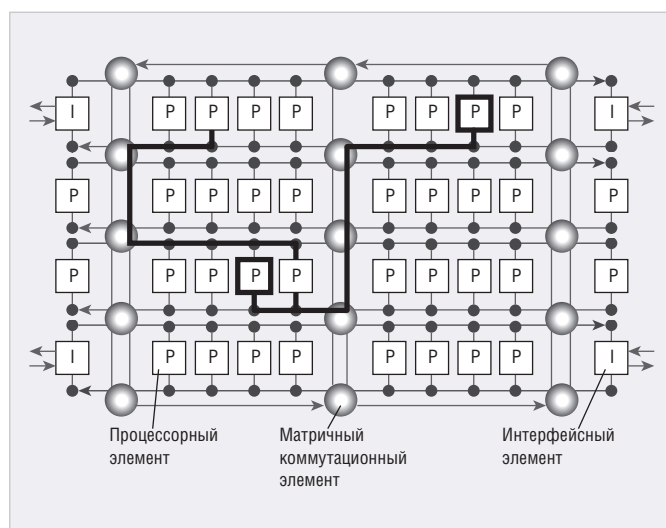


Рис. 5. Архитектура PicoArray

на одном процессорном кристалле или в одном корпусе.

Преимущества многоядерных процессоров: возможность распределять работу программ, например основных задач приложений и фоновых задач операционной системы, по нескольким ядрам, увеличивать скорость работы программ и процессов, требующих интенсивных вычислений. Недостатки многоядерных процессоров: высокая себестоимость их производства по сравнению с одноядерными и возросшее энергопотребление, которое требует применения мощных схем питания и системы охлаждения. Количество программ, оптимизированных под многоядерность, ничтожно мало, поэтому они просто не могут задействовать вычислительную мощь дополнительных ядер. В настоящее время многоядерные процессоры используются крайне неэффективно. Проблема обеспечения высокопроизводительных вычислений перемещается теперь из области компьютерного оборудования в сферу параллельного программирования – и здесь нужны новые идеи и перспективные технологии для организации массового производства параллельных программ.

В многоядерных, многопроцессорных вычислительных системах для задач, требующих интенсивных, но нерегулярных межпроцессорных обменов и обращений к системе распределённой памяти, реальная производительность системы снижается. Одна из основных причин такого явления – несоответствие между «жёсткой» архитектурой многопроцессорной вычислительной системы и информационной структурой решаемых задач. Устранить этот недостаток можно путём построения вычислительной системы с реконфигурируемой структурой на основе ПЛИС (см. рис. 7).

Основные принципы создания реконфигурируемой вычислительной системы на основе полей ПЛИС заключаются в следующем:

1. Некоторое множество ПЛИС объединяется в единое вычислительное поле.
2. С помощью средств автоматического проектирования и структурного программирования в поле ПЛИС создаётся последовательная вычислительная структура, адекватная графу решаемой задачи.
3. Если аппаратные ограничения поля ПЛИС не позволяют отобразить весь

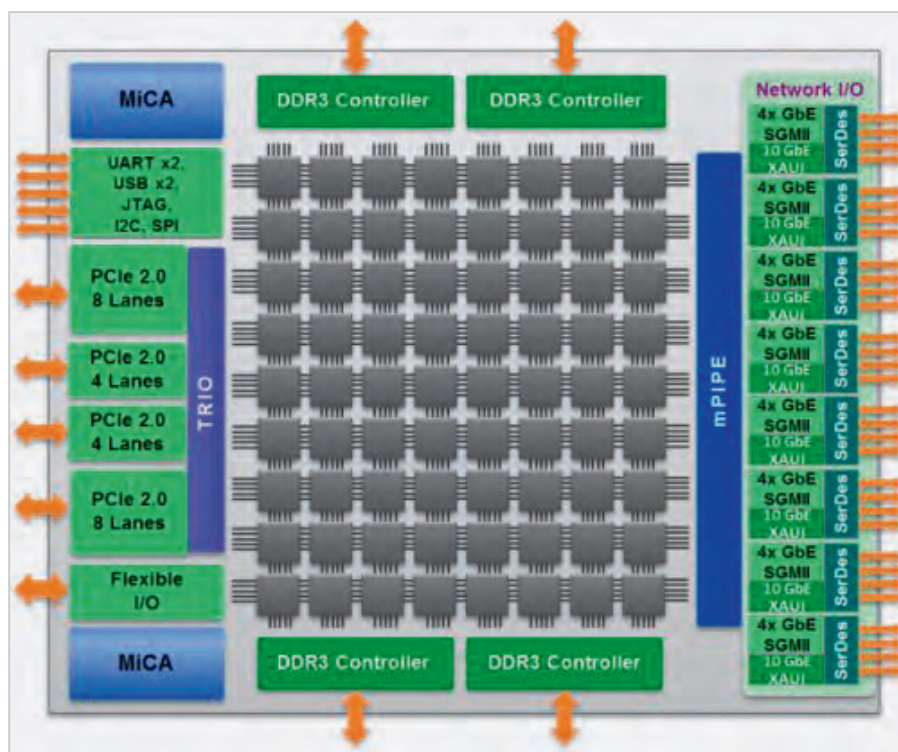


Рис. 6. Структурная схема многоядерной архитектуры процессоров Telera

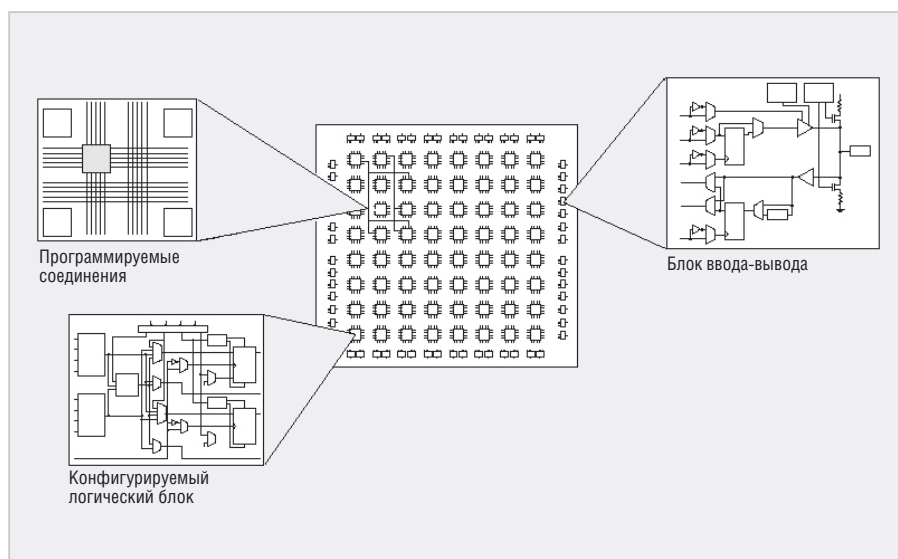


Рис. 7. Обобщённая структура ПЛИС – FPGA

граф решаемой задачи, то последний предварительно разрезается на непересекающиеся подграфы таким образом, чтобы каждый из них мог быть структурно реализован в имеющемся поле ПЛИС. С помощью ПЛИС строится вычислительное поле путём их объединения в некоторую структуру, например ортогональную решётку. В рамках этого поля каждый раз будет формироваться проблемно-ориентированная структура, которая наилучшим образом отвечает структуре решаемой задачи.

Квантовые компьютеры в корне отличаются от классических по прин-

ципу работы. Их архитектура построена вокруг кубитов, а не бит. Главное отличие квантового компьютера от обычного – это принцип суперпозиции, благодаря которому вместо выбора между 1 и 0 (бит) устройство способно вычислять задачи, одновременно учитывая и 1, и 0. Таким образом, во внимание одновременно принимается вся совокупность возможных решений.

Чтобы принцип суперпозиции действовал, квантовые компьютеры следует эксплуатировать при максимально низких температурах, например внутри системы D-Wave 2000Q температура в

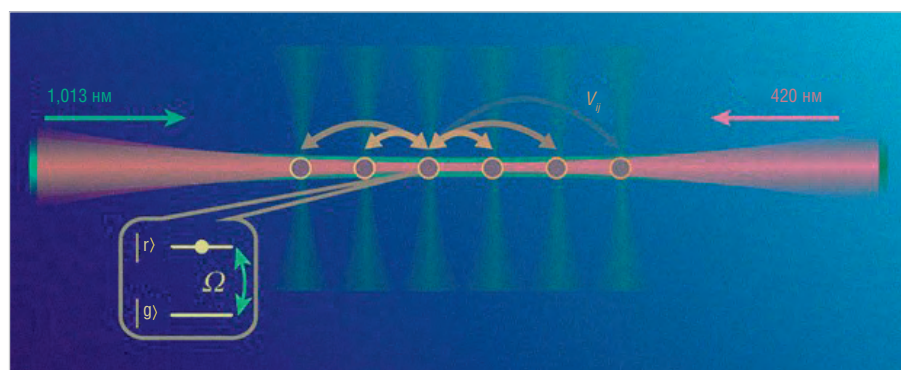


Рис. 8. Атомы-кубиты в оптической ловушке

180 раз ниже, чем в межзвёздном пространстве.

Квантовые вычисления позволяют решать специфические задачи в области оптимизации, создания новых лекарств и материалов, совершенствования энергосберегающих методов, а также осуществлять сверхбыстрый поиск в базе данных.

По проекту «Оптические квантовые симуляторы» первый российский квантовый компьютер должен быть создан к сентябрю 2021 года. Его разработкой занимается консорциум, в состав которого входят Фонд перспективных исследований, «Внешэкономбанк», ООО «ВЭБ Инновации», Московский государственный университет имени Ломоносова и АНО «Цифровая экономика».

Ожидается, что его мощность будет составлять не менее 50 кубит.

Одним из приоритетов отечественного квантового компьютера станет решение задач в сфере материаловедения. В частности, с его помощью можно будет более точно определять свойства новых материалов и фармакологических препаратов.

Российский компьютер будет создан на основе нейтральных атомов в оптических ловушках (см. рис. 8). Они представляют собой упорядоченные в пространстве образования, состоящие из отдельных атомов и удерживаемые в определённом положении с помощью лазерных пучков. Это наименее сложный подход, позволяющий выполнять квантовые вычисления при помощи линейных оптических устройств. 50 кубит – это как раз тот уровень, когда квантовый компьютер начинает превосходить по производительности современную классическую технику.

Стоимость создания такого компьютера составляет порядка 900 млн рублей.

Электронные многопроцессорные системы создаются в соответствии с

конфигурацией электрических связей между модулями – линейных или матричных структур, но не реализуются в электронных многопроцессорных реконфигурируемых трёхмерных структурах.

В процессорных системах с оптическими связями изменение межэлементных соединений осуществляется проще, чем в электронных системах, что позволяет разрабатывать трёхмерные многопроцессорные вычислительные системы, в том числе с архитектурой «антимашина».

Говоря о процессорных системах, нельзя не уделить внимание вопросу перспектив развития микроэлектроники в целом. Если проанализировать основные тенденции, сложившиеся в отрасли, можно попытаться выделить основные направления её эволюции:

- многопроцессорные системы; преобладание SnK над однопроцессорными системами;
- появление NoC – network-on-chip (сеть-на-кристалле) – высокопроизводительных устройств, представляющих собой группы процессоров, обмен между которыми осуществляется по пакетным протоколам; используются связи «точка-точка» и асинхронный способ передачи;
- блочное программирование (component-based software): число ядер в системе невелико, а блоки ПО разрабатываются индивидуально для каждой вычислительной ячейки специальной группой разработчиков компонентов и затем собираются вместе в одну многоядерную систему;
- единый код для многоядерной системы; разрабатываются новый принцип – SPMD (одна программа – много данных) и параллельные алгоритмы;
- отказ от FPGA в связи с тем, что небольшие многоядерные системы потребляют меньше энергии и имеют

более широкий арсенал возможностей для выполнения сложных алгоритмов, чем АЛУ и таблицы преобразования в FPGA;

- исчезновение ЦПУ: в многоядерных системах эффективность взаимодействия между ними поддерживается аппаратными ОС.

Кроме того, можно предположить, что системы станут многопроцессорными, а доступ ко всем ресурсам МП будет осуществляться за один такт. Будет задействовано третье измерение, т.е. схемы станут объёмными. Уже сейчас ведутся исследования в этом направлении, и появляются многослойные кристаллы (SiP – system in package).

Здесь же стоит сказать, что последний физический предел размеров транзисторов, которого теоретически можно достигнуть, – 1 нм. Дальше идёт уже атомарный уровень, и просто невозможно создать единицу машинной логики из нескольких атомов.

Новейшие современные техпроцессы используют технологию производства транзисторов FinFET, которую также называют 3D-структурой, поскольку расположение транзисторов на схеме производится не планарно, а в несколько слоёв, которые связаны друг с другом в вертикальном направлении. Исходя из этого структура должна стать действительно трёхмерной, представляя собой мультиполигональный объект, в котором каждый элемент граничит не с двумя (планарное размещение транзисторов) или с четырьмя-шестью, а с десятком других элементов. Поэтому процессоры также должны стать и гетероструктурными. Полная гетерогенность предполагает, что элементы всех сопроцессоров будут вписаны внутрь вычислительных ядер таким образом, что отделить их на плате будет просто невозможно.

Во второй части статьи пойдёт речь о построении устройств на базе 3D МФЭ ПМ с сетевой архитектурой и интеграцией оптических компонентов непосредственно на электронной плате.

ЛИТЕРАТУРА

1. www.osp.ru
2. www.present5.com
3. www.dammlab.com
4. www.cyberleninka.ru
5. www.studfiles.net
6. www.echo.msk.ru
7. www.stevsky.ru



ИЗГОТОВЛЕНИЕ КЕРАМИЧЕСКИХ ПЛАТ И ПОДЛОЖЕК

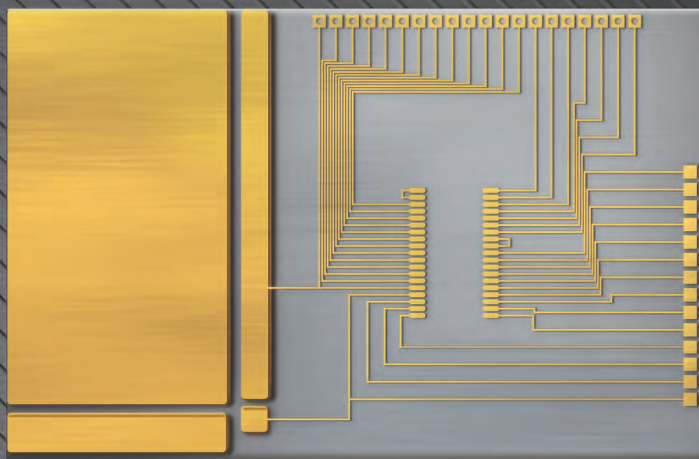
ТЕСТПРИБОР

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ МАТЕРИАЛЫ

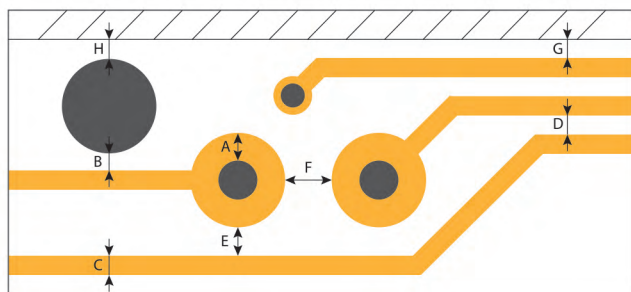
Al₂O₃ 96%

Al₂O₃ 99,6%

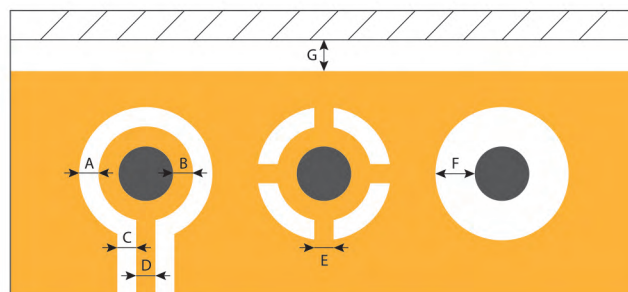
AlN



ТОПОЛОГИЧЕСКИЕ НОРМЫ СИГНАЛЬНЫХ СЛОЕВ



ТОПОЛОГИЧЕСКИЕ НОРМЫ СИЛОВЫХ СЛОЕВ



Наименование параметра	Керамические подложки с металлизацией на основе толсто пленочной технологии	Керамические подложки с металлизацией на основе тонко пленочной технологии
Материал проводников и металлизации	W/Ni-Au или Mo/Ni-Au (Ni 5 мкм max, Au 0,5 мкм max)	TiW/Au; TaN/TiW/Au; TiW/Ni/Au; TaN/TiW/Ni/Au; TaN/NiW/Au/Cu/Ni/Au
Поверхностное сопротивление проводников	10,0 МОм/□	—
Сопротивление переходных отверстий размером (Ø0,2×0,25) мм	6,0 МОм	—
A	0,20	0,20/020
B	0,60	0,25/025
C	0,20	0,15/0,20
D	0,20/0,25	0,15/0,20
E	0,20/0,30	0,15/0,38
F	0,25/0,65	0,15/0,30
G	0,60/0,60	0,25/0,50
H	0,60/-	0,15/-

Металлизация керамических подложек с использованием лазера и теплового переноса металлизационного слоя

Юрий Непочатов (nuk3d@mail.ru)

В работе представлены результаты исследований по разработке технологии получения топологических рисунков на поверхностях подложек из различных керамических материалов с использованием лазера для гравировки и металлизации сформированного рисунка. Разработанная технология может быть использована для нанесения металлического покрытия на поверхность диэлектриков и полупроводников и для формирования металлизированных топологических рисунков.

ВВЕДЕНИЕ

Основным элементом конструкции гибридных интегральных схем (ГИС) является металлизированная керамическая подложка, на которой расположены рисунок в виде печатной схемы, пассивные элементы (индуктивности, конденсаторы и резисторы) и силовые полупроводниковые кристаллы. При этом она выполняет две основные функции: во-первых, осуществляет электрическую изоляцию токоведущих шин топологического рисунка, расположенных на одной стороне, друг от друга, а также от токоведущих шин на другой стороне; во-вторых, передаёт тепло, выделяемое активными элементами, на теплоотводы и радиаторы. Керамическая подложка обладает следующими свойствами: имеет относительно высокую механическую и электрическую прочность, низкие диэлектрические потери при высокой температуре, обладает малым коэффициентом теплового расширения, способностью образовывать соединения с металлами. Значительная часть керамических подложек в радио- и электронной технике подвергается 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 выполнять роль электродов конденсаторов, витков катушек индуктивностей и промежуточного слоя для соединения подложки с арматурой корпуса с помощью пайки. Металлизационный слой создаёт смачивающуюся припо-

ем поверхность и позволяет получить прочное соединение керамической подложки с металлом методом пайки. Существуют 2 вида металлизации: тонкоплёночная и толстоплёночная. Получение топологического рисунка является центральным процессом производства ГИС, изготавливаемых как по тонко-, так и по толстоплёночной технологии. При тонкоплёночной технологии толщина слоёв составляет 10 мкм и менее, а при нанесении покрытия по толстоплёночной технологии толщина превышает 10 мкм. Стандартом отрасли в части получения топологического рисунка по толстоплёночной технологии сегодня является трафаретная печать, которая обеспечивает разрешение около 100 мкм. В связи с меньшими затратами на техпроцесс металлизации по толстоплёночной технологии в большинстве случаев на поверхность керамики наносят пасту из порошков тугоплавких металлов и затем её вжигают. Металлизация вжигом пасты позволяет получить надёжный и прочный рисунок печатной схемы, исключая опасность обрыва. Нанесение на поверхность керамики пасты, состоящей из тонкодисперсного металла на органической связке, осуществляется различными способами: с помощью кисточки, пульверизацией, методом наложения и окунания, накаткой гравированным валиком, трафаретной печатью (шелкографией) и с помощью металлизационной ленты [1]. В последнем случае изготовление такой ленты производится на специальных машинах. Полимерная лента с небольшой скоростью движется по горизонтальному плоскому столу под

специальным бункером, имеющим тонкую щель шириной несколько меньше ширины ленты. Паста из бункера сквозь щель ровным слоем ложится на полимерную ленту. Получаемая толщина металлизационного слоя, отливаемого на ленту, может варьироваться от 10 до 100 мкм. В процессе движения ленты паста высыхает, и лента с металлизационным слоем наматывается на барабан. В таком виде лента может храниться длительное время. Перенос металлизационного слоя на поверхность керамических деталей может осуществляться так называемым тепловым способом. Для этого детали нагревают до температуры +90...+100°C и плотно прижимают к полимерной плёнке со стороны металлизационного слоя, который под воздействием температуры приклеивается к поверхности керамики, чётко повторяя след соприкосновения детали [2].

В последние годы в микроэлектронике сложилась тенденция повышения степени интеграции, т.е. создания во всё большем количестве всё более сложных и более функциональных изделий на всё меньшем пространстве подложки, платы или корпуса. Достигается это за счёт дальнейшей миниатюризации компонентов, уменьшения межсоединений, повышения предельных рабочих частот и распараллеливания вычислительных или обрабатывающих мощностей в одном приборе, перехода от плоских к «трёхмерным» структурам и т.д. Примером, наглядно демонстрирующим этот тренд, является то, что в настоящее время топологические размеры серийно производимых структур вплотную приблизились к 15–20 нм для цифровой электроники, а для многих решений аналоговой и СВЧ-электроники давно перевалили границу в 1 мкм. Для всего многообразия современных изделий микроэлектроники одновременно с их миниатюризацией необходимо повышение точности, надёжности и увеличение выхода годных в процессе производства. Всё перечисленное подтверждает необходимость создания соответствующих новых технологий.

Без этого невозможно быстрое технологическое развитие многих направлений хай-тек-отраслей, одним из важнейших среди которых в настоящее время является использование технологий лазерной обработки в технологических процессах изготовления монокристаллических микросхем и ГИС, в том числе лазерного микрорезания подложек из кремния и арсенида галлия с нанесённым на них покрытием толщиной 90 мкм, сапфировых подложек толщиной 90 мкм, используемых в мощных транзисторах и светодиодах, изготавливаемых миллионами штук, подложек из нитрида галлия, применяемых в лазерных диодах и подложек из нитрида алюминия, используемых в мощных силовых схемах, теплоотводах и радиаторах. В ближайшей перспективе можно ожидать дальнейшего развития технологии лазерной обработки и применения её в процессах изготовления электронных схем, о чём свидетельствует анализ информационных источников. Так, в [3] описывается способ лазерной металлизации диэлектрической подложки, включающий обработку лазерным лучом поверхности под-

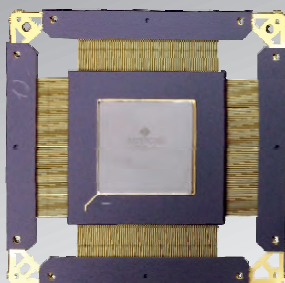
ложки, изготовленной из диэлектрика, в котором используются бораты меди CuB_2O_4 и $\text{Cu}_3\text{B}_2\text{O}_6$ в монокристаллическом состоянии и стекло состава $\text{CuO-B}_2\text{O}_3$. Площадь обработки диэлектрической подложки задают размером пятна лазерного излучения. Диэлектрическую подложку обрабатывают лазерным излучением в атмосфере продуктов сгорания углеводородов, источником которых является глицерин, при этом размер области металлизации и толщину слоя меди регулируют мощностью и продолжительностью воздействия лазерного излучения. Согласно источнику [4], возможна лазерная металлизации керамических подложек из оксида алюминия. Технология заключается в активации поверхности оксида алюминия за счёт воздействия мощного лазера инфракрасного диапазона излучения и последующего осаждения на эту поверхность тонкого слоя металла, который, в свою очередь, является основой для электрохимического осаждения основного слоя металла. Другой похожий способ – прямая локальная металлизация поверхности подложек из нитрида алюминия при

воздействии лазерного излучения [5]. В соответствии с этим способом энергия светового импульса лазера выделяется в миллионные доли секунды и сосредотачивается в луче диаметром около 0,01 мм. В результате воздействия светового импульса лазера поверхностный слой материала керамической подложки, находящийся в фокусе луча, мгновенно расплавляется и испаряется, при этом часть материала выбрасывается в направлениях вокруг пятна луча. Металлизация осуществляется за счёт спинодального распада нитрида алюминия с образованием на поверхности слоя металлического алюминия. Также можно осуществлять лазерную металлизацию керамических подложек из нитрида алюминия, включающую полировку поверхности керамической подложки, изготовление проводящих полосок заданной топологии на керамической подложке и нанесение защитного слоя металла на проводящие полоски [6], сущность которой состоит в том, что проводящие полоски заданной топологии изготавливают путём сканирования по поверхности керамической подложки лучом ла-



Тел/Факс: (473) 223-69-51
e-mail: market@vzpp-s.ru
www.vzpp-s.ru

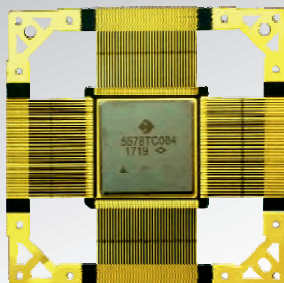
Программируемые логические интегральные схемы



ПЛИС 5578TC094

ТУ-АЕНВ.431260.423ТУ
Функц. зарубежный аналог:
EP3C16 ф. Altera
Ёмкость, сист. вентелей 1200 000
Количество эквивалентных
логических элементов 24 624
Напряжение пит. ядра $1,2 \pm 0,05$ В
Напряжение пит. периф. $2,5 \pm 5\%$
4 блока ФАПЧ

Корпус МК 4251.304-2



ПЛИС 5578TC084

ТУ-АЕНВ.431260.422ТУ
Функц. зарубежный аналог:
EP3C16 ф. Altera
Ёмкость, сист. вентелей 800 000
Количество эквивалентных
логических элементов 15 408
Напряжение пит. ядра $1,2 \pm 0,05$ В
Напряжение пит. периф. $2,5 \pm 5\%$
4 блока ФАПЧ

Корпус МК 4248.144-1



ПЛИС 5578TC064

ТУ-АЕНВ.431260.402ТУ
Функц. зарубежный аналог:
EP3C55 ф. Altera
Ёмкость, сист. вентелей 3 000 000
Количество эквивалентных
логических элементов 55 856
Напряжение пит. ядра $1,2 \pm 0,05$ В
Напряжение пит. периф. $2,5 \pm 5\%$
Интерфейс LVDS
4 блока ФАПЧ

Корпус МК 4254.352-1

Реклама

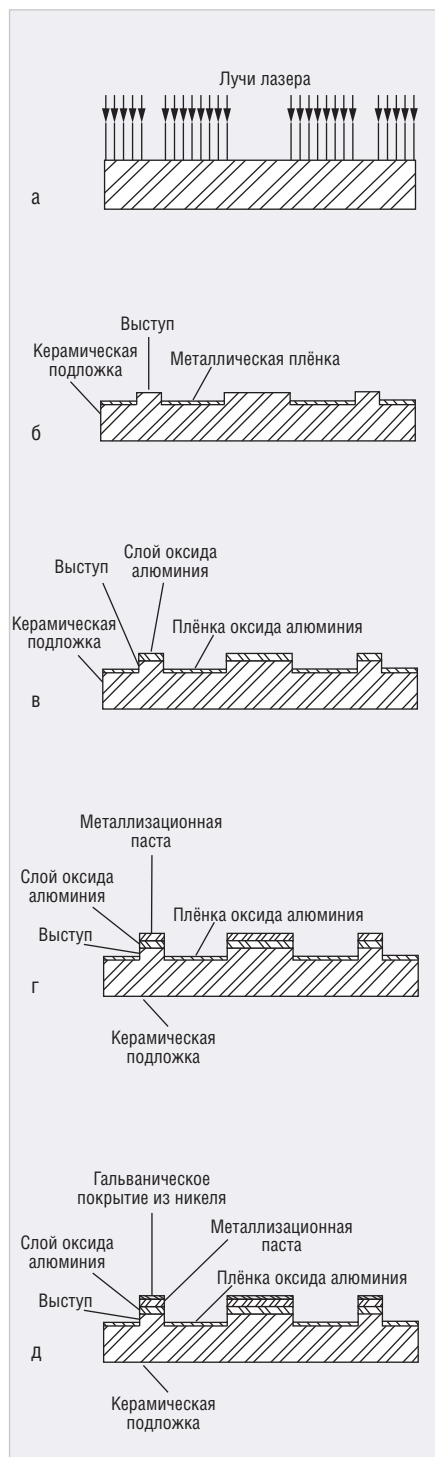


Рис. 1. Технология металлизации керамической подложки с использованием лазера и теплового переноса металлизационного слоя: а) схема воздействия лазерного излучения на поверхность керамики; б) керамическая подложка в поперечном сечении после лазерного облучения с выступами и впадинами, покрытыми тонкой металлической плёнкой из алюминия; в) керамическая подложка с выступами, покрытыми окисной плёнкой, и впадинами с плёнкой оксида алюминия; г) керамическая подложка с нанесённой на неё металлизационной пастой; д) керамическая подложка с выступами, покрытыми окисной плёнкой, с нанесённой на них металлизационной пастой и слоем никеля

ра мощностью P со скоростью осаждения V , а нанесение защитного слоя металла на проводящие полоски осуществляют после изготовления проводящих полосок заданной топологии, причём максимальная величина мощности луча лазера $P_{\text{макс.}}$ и минимальная величина скорости сканирования луча лазера $V_{\text{мин.}}$ связаны соотношением $P_{\text{макс.}}/V_{\text{мин.}} = c \times \rho \times T_{\text{кип.}} \times S$, где c – удельная теплоёмкость, ρ – плотность, $T_{\text{кип.}}$ – температура кипения металла, входящего в состав керамической подложки, S – площадь луча лазера. При этом защитный слой на проводящие полоски наносят из низкоомного и слабоокисляющегося на воздухе металла гальваническим или химическим методом осаждения. Ещё одним техническим решением по лазерной обработке является способ металлизации керамики [7], характеризующийся тем, что по меньшей мере на один участок спечённого керамического корпуса варистора, выполненного на основе оксида металла или из карбидной керамики, наносят слой металлизации, при этом данный участок предварительно облучают лазером для уменьшения волнистости. Способ характеризуется также тем, что часть керамического материала корпуса варистора удаляют путём облучения лазером участка поверхности, предназначенного для последующей металлизации, при этом после облучения лазером на керамическом корпусе образуется бортик, который примыкает к облучённому участку, при этом бортик не облучают светом лазера или облучают в меньшей степени, чем участок под металлизацию.

Облучение части поверхности керамического корпуса варистора лазерным светом перед нанесением металлизации позволяет придать шероховатость поверхности керамики, что обеспечивает сцепление между слоем металлизации и облучённой поверхностью. Другим преимуществом облучения лазером является то, что можно легко выбирать области и форму участков, предназначенных для металлизации. Однако у способа имеется ряд существенных недостатков. В частности, при облучении лазером имеет место интенсивное механическое воздействие (термонапряжение, ударные волны, газовое давление и т.д.) на керамический материал с образованием на поверхности кратера с выбросом на его стенки жидких и твёрдых частиц (так называемый «брызговой эффект»), что приводит к

образованию дефектов на поверхности керамики, ухудшению структуры её поверхности и свойств. Это вызывает необходимость удаления набрызгов с помощью химического травления, а также дополнительный расход материалов и временных затрат. Кроме того, при нанесении металлизационного слоя из газовой фазы или при термическом напылении металл осаждается как на облучённые, так и на необлучённые участки поверхности керамического корпуса. При этом в областях поверхности, которые не были облучены лазером, сцепление осаждённого металла меньше, чем на облучённых участках, и его удаляют оттуда с помощью обработки щёткой, что увеличивает трудоёмкость изготовления изделия, т.к. добавляется ещё одна операция. Кроме того, при такой обработке нарушается целостность металлизационного покрытия на участках, облучённых лазером, особенно на границах раздела облучённых и необлучённых участков, что приводит к браку и снижению выхода годных изделий. В случае электрохимического осаждения металлизационного слоя требуется обеспечить гальванический контакт с участками, что возможно за счёт специального контактного устройства либо за счёт активации поверхности хлористым палладием или оловом. При этом осаждение металла происходит как на облучённых лазером участках, так и на необлучённых, что затрудняет его удаление с необлучённых участков и также приводит к повышению количества забракованных изделий и снижению выхода годных.

Постановка задачи

Во всех перечисленных ранее источниках информации описываются технологические методы, когда лазером воздействуют на участки, подлежащие металлизации, т.е., грубо говоря, металлизуют углубления на поверхности подложек после воздействия лазером. В данной же работе предлагается решение по формированию заданного топологического рисунка и его последующей металлизации посредством облучения лазером участков поверхности подложек из спечённой керамики на основе окиси металла, нитрида металла или карбида металла, удаления части керамического материала и образования на поверхности керамики углублений и выступов. При этом лазером облучают те участки керамики, кото-

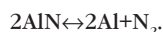
рые впоследствии не будут металлизироваться, а металлизацию проводят на выступающих участках поверхности керамической подложки, не облучённых лазером.

Таким образом, целью выполнения данной работы является получение топологических рисунков схем с высоким разрешением и меньшими затратами по сравнению с фотолитографией на подложках из различных керамических материалов за счёт удаления с их поверхности части материала и формирования объёмной структуры в виде выступов и впадин, а также обеспечение локальности нанесения металлизационного слоя только на требуемые участки поверхности керамической подложки в виде выступов методом теплового переноса с последующим осаждением слоя гальванического никеля.

Объекты исследования, материалы и оборудование

Эксперименты по разработке и изготовлению металлизированных керамических подложек с использованием лазера и теплового метода переноса слоя металлизации проводились на подложках из оксида алюминия (Al_2O_3), карбида кремния (SiC) и карбида бора (B_4C). В качестве рабочего инструмента для реализации предлагаемого метода и достижения технического результата использовался твердотельный лазер технологической установки МЛ1-1, работающий на длине волны 1,064 мкм. В фокусе диаметр светового лазерного луча составляет всего несколько микрометров, что обеспечивает температуру порядка +6000...+8000°C. Поскольку керамические материалы являются непрозрачными для лазерного излучения с длиной волны 1,064 мкм, то выделение тепла при лазерном нагреве носит поверхностный характер. В результате воздействия светового импульса лазера поверхностный слой материала керамической подложки (см. рис. 1а), находящийся в фокусе луча, мгновенно расплавляется и испаряется, при этом часть материала керамической подложки выбрасывается в радиальных направлениях вокруг пятна луча. На поверхности подложки образуется лунка (кратер), которая имеет клинообразную форму с верхним диаметром порядка 120 мкм и глубину 170 мкм. При этом за счёт сублимации вещества в случае подложек из оксида алюминия, карбида кремния

и карбида бора появляются летучие продукты этих же материалов. В случае алумонитридной керамической подложки под лучом лазера происходит разложение нитрида алюминия с выделением полиморфных фаз алюминия на поверхности лунки и тем самым осуществляется локальное формирование проводящего материала, обогащённого атомами металла. Особенностью обработки алумонитридной керамической подложки является то, что этот материал под воздействием лазерного излучения плавится при температуре 2273 К и в результате химической реакции разлагается на алюминий и газобразный азот по схеме



После окончания реакции на стенках лунки формируется проводящая плёнка алюминия толщиной несколько сотен нанометров.

Обработка керамической подложки осуществляется посредством автоматического перемещения линейно-шаговым приводом координатного столика технологической установки МЛ1-1 в горизонтальной плоскости по координатам X, Y относительно лазерного луча. Перемещение объектива лазерной системы по вертикальной оси Z обеспечивает автоматическое поддержание положения фокуса излучения. Управление установкой осуществляется при помощи персонального компьютера в соответствии с рабочей программой с использованием графического редактора AUTOCAD. Изображение обрабатываемой подложки посредством телевизионной системы выводится на дисплей компьютера, на котором также отображаются текущие режимы и технологическая модель процесса обработки.

В результате проведения процесса лазерной обработки на поверхности будущих областей металлизации на подложке возникают рельефные структуры в виде выступов и впадин различных размеров (см. рис. 1б), составляющих топологический рисунок. При этом лазерное формование поверхности подложки является лазерной микрогравировкой. Структура поверхности впадин на подложке представляет собой металлизированные участки за счёт того, что в процессе лазерной обработки происходит испарение части объёма керамического материала и преобразование поверхностного слоя впадин, являющихся пробельными участками топологического рисунка,

а в металлическую плёнку керамической подложки (см. рис. 1б). Для снятия напряжений и подготовки поверхностей выступов к покрытию проводится окислительный обжиг в водородной электропечи ЦЭП-214 при температуре +1100°C в среде влажного формирующего газа в течение 30 мин, в результате чего металлический слой преобразуется в оксид металла, т.е. превращается из проводника в диэлектрик, а на поверхности выступов 3 при этом образуется слой оксида алюминия (см. рис. 1в). Далее на поверхность выступов, покрытых слоем оксида, осуществляется равномерное нанесение металлизационной пасты (см. рис. 1г) методом теплового переноса топологического рисунка с использованием металлизующей ленты. Затем на выступы с помощью специального контактного устройства наносится гальваническое покрытие из никеля (см. рис. 1д).

Экспериментальные исследования

Подложка (см. рис. 2а) из нитрида алюминия (AlN) размером 15×10 мм и толщиной 1 мм шлифовалась, обеспечивалась шероховатость поверхности с размером микронеровностей 0,63 мкм. Отшлифованная подложка очищалась от загрязнений в перекисно-аммиачном растворе, закреплялась на координатном столике технологической установки МЛ1-1, после чего проводилась лазерная обработка пробельных участков (будущих впадин) топологического рисунка на её поверхности (см. рис. 2а). Лазерное излучение фокусировалось на поверхности подложки в пятно с диаметром 10 мкм. Затем для формирования топологического рисунка по площади пробельных участков (впадин) проводилось сканирование лазерным лучом во взаимно перпендикулярных направлениях, что позволяло удалять часть материала керамической подложки с образованием на поверхностях впадин металлической плёнки (см. рис. 2а) и получать рельефную структуру в виде выступов. Затем подложки проходили трёхразовую очистку в деионизированной воде в ультразвуковой (УЗ) ванне при температуре +50°C.

После лазерной обработки проводилось оксидирование в водородной электропечи ЦЭП-214 при температуре +1100°C в среде влажного формирующего газа, в результате чего металлический слой преобразовывался в оксид металла, а на поверхности выступов

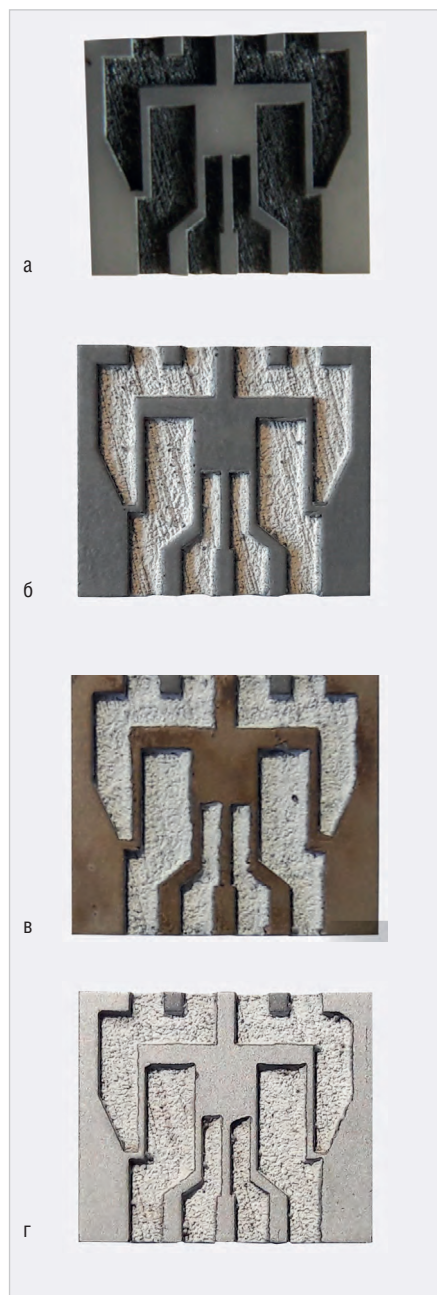


Рис. 2. Общий вид керамической подложки с топологическим рисунком после лазерного облучения: а) с выступами серого цвета и впадинами, покрытыми тонкой металлической плёнкой чёрного цвета; б) с выступами, покрытыми вожжённой металлизационной пастой, и впадинами, покрытыми тонкой плёнкой оксида алюминия; в) с выступами, покрытыми вожжённой металлизационной пастой со слоем гальванического никеля; г) с выступами, покрытыми вожжённой металлизационной пастой со слоем припечённого гальванического никеля

формировался слой оксида алюминия (см. рис. 2б), на который затем наносился слой металлизационной пасты методом теплового переноса, описанным в статьях [8, 9]. Для изготовления металлизующей ленты была использована установка ГМ 975, в которой при-

меняется принцип полива суспензии из смеси металлических порошков и органических компонентов. Установка позволяет изготавливать ленту шириной до 150 мм любой заданной толщины – от 10 до 180 мкм. Для изготовления ленты приготавливалась суспензия, состоящая из металлических порошков молибдена, марганца и кремния в соотношении 75/20/5% с добавлением биндера, пластификатора и растворителя. Металлические порошки и органические растворители загружались в фарфоровый барабан и размешивались на шаровой мельнице в течение 24 ч. Готовая суспензия заливалась в воронку, из которой она выливалась на движущуюся фторопластовую плёнку по металлическому столу установки со скоростью 1 м/мин. Толщина получаемой ленты задавалась расстоянием между фильерой и органической подложкой, а также величиной щели фильеры и скоростью протяжки органической подложки.

Для переноса пасты на выступы подложки последние нагревали до температуры $+150 \pm 20^\circ\text{C}$ и затем плотно прижимали к полимерной плёнке с нанесённым слоем металлизационной пасты, который под воздействием давления и температуры приклеивался к поверхности керамической подложки, чётко повторяя след соприкосновения с выступами.

Если высота выступов относительно поверхностей впадин (пробельных мест) составляла менее 0,1 мм, то при толщине слоя металлизационной пасты 0,03 мм и более перенос происходил одновременно как на поверхность выступов, так и на поверхность впадин, т.е. металлизационная паста переносилась на всю поверхность подложки и рисунок не пропечатывался. Если же высота выступов относительно поверхностей впадин находилась в диапазоне 0,1...0,3 мм, то при толщине слоя металлизационной пасты 0,03 мм и более тепловой перенос металлизационной пасты происходил только на поверхность выступов с пропечатыванием чёткого топологического рисунка. После переноса металлизационного слоя тепловым методом подложки сушились в печи при температуре $+200^\circ\text{C}$ в течение 2,5 ч. Далее осуществлялось вжигание металлизации в водородных печах при температуре $+1320^\circ\text{C}$ в течение 3,5 ч. После вжигания металлизационного слоя осуществлялись очистка подложки и гальваническое осаждение слоя никеля (см. рис. 2в).

Для этого покрытые слоем металлизационной пасты выступы, формирующие топологический рисунок, соединялись между собой с помощью игольчатой гребёнки для обеспечения гальванического контакта. Очистка подложек проводилась в щелочном растворе NaOH 10 г/л при температуре обработки $+65...+85^\circ\text{C}$ в течение 5–10 мин. После промывки в деионизированной воде в течение 0,5–1 мин и декапирования в смеси из 1 части плавиковой кислоты (HF) и азотной кислоты (HNO₃) при соотношении 1/3 осуществлялось покрытие слоем никеля подложек с нанесённой металлизационной пастой в никелевом электролите при плотности тока 2 А/дм² в течение 12 мин. Для осветления поверхности никелевого покрытия производился осветляющий отжиг в среде сухого водорода при температуре $+900^\circ\text{C}$ в течение 15 мин (см. рис. 2г).

Точно такая же последовательность операций выполнялась и на керамических подложках размером 15×10 мм и толщиной 1 мм из оксида алюминия (Al₂O₃), карбида кремния (SiC) и карбида бора (B₄C).

Измерения адгезии металлизационного покрытия на выступах керамических подложек методом прямого отрыва никелевого стержня диаметром 1 мм, припаянного серебряным припоем, показали, что усилия отрыва составляют 6–8 кг/мм². Данные значения являются достаточными для обеспечения требований по паяемости и свариваемости покрытия при сборке ГИС и устойчивости его к механо-климатическим воздействиям в процессе дальнейшей эксплуатации ГИС в составе радиоэлектронных устройств.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В отличие от известных методов лазерной металлизации керамических подложек, в данной работе предложено решение по формированию заданного топологического рисунка за счёт облучения лазером участков поверхности подложек из спечённой керамики и образования на её поверхности углублений и выступов.

Разработанная технология металлизации позволяет:

- осуществлять микрообработку подложек из различных керамических материалов (нитрида алюминия, оксида алюминия, карбида кремния, карбида бора) путём послойного удаления керамического материала сфокусиро-

- ванным лазерным лучом, который позиционируется в нужное место на подложке с микронной точностью;
- избежать при лазерной обработке напыления испаряемого керамического материала на участках металлизированной поверхности подложки;
 - создавать топологические рисунки схем с высоким разрешением на подложках из различных керамических материалов в 3D-измерении за счёт удаления с поверхности части материала и формирования объёмной структуры в виде выступов и впадин;
 - металлизировать поверхности выступов металлизационной пастой методом теплового переноса с последующим осаждением слоя гальванического никеля;
 - получать топологические рисунки высокой точности с меньшими затратами по сравнению с традиционным методом фотолитографии.
- Разработанная технология позволяет достичь 2 целей. Во-первых, она может быть использована предприятиями с мало- и среднесерийным производством изделий по толстоплёноч-

ной технологии. Отсутствие необходимости заказывать трафареты (самые затратные элементы в производстве толстоплёночных плат) делает рентабельным для таких компаний выпуск даже минимальных партий изделий. Во-вторых, эта технология может быть рекомендована крупным компаниям, заинтересованным в скорейшем продвижении новых продуктов на рынок. На стадии разработки производитель вынужден заказывать несколько трафаретов. В случае ошибки трафарет приходится переделывать, что выливается во временные и финансовые затраты. Технология лазерной микрогравировки с тепловым переносом металлизационного слоя на керамическую подложку позволяет на этапе разработки проверить практически неограниченное количество вариантов дизайна платы без необходимости создания множества трафаретов, что существенно удешевляет и ускоряет вывод продукта на рынок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Батыгин В.Н., Метёлкин И.И., Решетников А.М. Вакуумно-плотная керами-

ка и её спай с металлами. – М.: Энергия, 1973. – 408 с.

2. Глинка С.Б. Металлизация алюмооксидной керамики с помощью металлизационной ленты. Вакуумплотная керамика и её спай с металлами. Вып. 2(5). – ЦНИИ Электроника, 1972. – с. 39–41.
3. Патент РФ 2192715, МКИ H05K3/02, заявл. 13.07.2001, опубл. 10.11.2002.
4. Шафеев Г.А. Лазерная активация и металлизация диэлектриков. Квантовая электроника. т. 24. 1997. № 12. с. 1137–1144.
5. Непочатов Ю. и др. Получение топологии на подложках из керамики с использованием лазера. Современная электроника. 2017. № 8.
6. Патент РФ 2385310. Способ изготовления электрокерамического компонента, кл. C04B 41/91, H05K 3/00, заявл. 20.07.2004, опубл. 27.03.2010.
7. Непочатов Ю. Бестрафаретная металлизация керамических подложек. Часть 1. Современная электроника. 2018. № 5.
8. Непочатов Ю. Бестрафаретная металлизация керамических подложек. Часть 2. Современная электроника. 2018. № 6.





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.



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



www.icape-group.com



www.icapeshop.com
www.icpemshop.com



+7 495 668 11 33



info@icape-group.com



Реклама

Расширение функциональности стеклянных изделий

Себастьян Пфлюгге, Бриджит Куперс (Messe Düsseldorf GmbH)

Перевод: Игорь Матешев

Благодаря новым разработкам стекло «обрастает» новыми функциями. Уже сегодня стеклянные панели можно переключать, затемняя или изменяя интенсивность света. Кроме того, тонкие стеклянные пластины используются для производства высокопроизводительных дисплеев.

Сейчас стеклянные изделия используются чаще, чем когда-либо, и диапазон их применения только растёт, что требует оптимизации существующих и разработки новых, специальных типов стекла со специфическими свойствами. Уникальная прозрачность стекла по-прежнему имеет первостепенное значение, но универсальность его использования определяется дополнительными возможностями, которые обеспечиваются различными технологиями изготовления и обработки.

Множество типов стекла выдержало испытание временем в окнах и фасадах. Кроме того, за последние 10 лет стекло произвело настоящий переворот в дизайне интерьеров во многом благодаря новинкам, которые внедряют компании, производящие стекло и машины для его обработки. Развитые технологии изготовления и отдел-

ки позволяют получить качественное стекло, которое можно использовать как на улице, так и в помещении.

Для отделки зданий первостепенное значение имеют тепло- и звукоизоляция, защита от солнца и безопасность. Благодаря использованию инновационных технологий покрытия и ламинирования современные продукты делают возможными невзрачные ранее вещи.

В интерьерах, напротив, первую скрипку играют соображения дизайна. Здесь усилия сосредоточены на методах обработки и изготовления стекла, а также на маркетинге.

ПЕРЕКЛЮЧАЕМОЕ ОСТЕКЛЕНИЕ

Разнообразить возможности наружного и внутреннего применения стекла можно с помощью переключаемого остекления. Сейчас на рынке доступны разные типы такого стекла, например ЖК или ПДЖК (жидкий кристалл / полимерный диспергированный жидкий кристалл), которое становится непрозрачным при нажатии кнопки. Эта функция основана на использовании жидкокристаллической плёнки, ламинированной между двумя стеклянными листами и подключённой к источнику питания. При отсутствии напряжения стекло остаётся прозрачным, но как только подаётся электричество, жидкие кристаллы выстраиваются таким образом, чтобы создать прозрачность. Переход от непрозрачности к прозрачности можно осуществлять за доли секунды. Такое функциональное стекло идеально подходит для использования в перегородках или, например, для обеспечения конфиденциальности конференц-залов (см. рис. 1); возможна также интеграция в изоляционное стекло для окон и фасадов. В то же время оно не под-

ходит для защиты от солнца, поскольку такое стекло не имеет промежуточного состояния: оно либо прозрачное, либо нет.

Эффективная защита от солнца обеспечивается электрохромным стеклом (см. рис. 2): в зависимости от подключаемого тока оно приобретает различные оттенки синего, что позволяет по-разному затемнять помещение. Тонкое электрохромное покрытие не меняет цвет мгновенно, процесс занимает от нескольких секунд до нескольких минут. Когда изменяется полярность напряжения, стекло снова становится прозрачным. Пока ток нулевой, стекло сохраняет свой заданный цвет. Электрохромное солнечное защитное стекло предназначено для использования в окнах и стеклянных фасадах и успешно применяется уже в течение нескольких лет, так же как и ЖК-стекло.

Третья группа переключаемых типов стекла – это термохромное стекло. Оно изменяет характеристики светопропускания без какого-либо вмешательства человека. Его функция основана на термохромных материалах, которые реагируют на изменения температуры. При нагревании солнцем плёнка, содержащая термохромные вещества, расположенная между двумя листами стекла, меняет цвет. Когда мощность солнечной энергии уменьшается, стеклянный «сэндвич» остывает и снова становится прозрачным. Его также можно интегрировать в изоляционное стекло и использовать при производстве окон и фасадов.

Светодиоды и стекло

Новые возможности освещения или атмосферной подсветки в помещении обеспечиваются светодиодным стеклом. Сочетание стекла и светодиодов не только создаёт впечатляющие световые эффекты, но и снижает расходы, поскольку светодиоды потребляют очень мало энергии. Существуют различные системы светодиодного стекла.



Рис. 1. Пример использования переключаемого остекления



Рис. 2. Экспонат из мягкого изоляционного электрохромного солнцезащитного стекла

В одной из них светодиоды свободно размещают на поверхности стекла, получая индивидуальные узоры и необычное освещение. Чтобы защитить светодиоды от ударов, их заливают прозрачным компаундом между двумя стеклянными листами, а ток на них подаётся через невидимое проводящее покрытие стекла. Доступные в белых или RGB-цветах, эти светодиоды komponуются в монохромные или разноцветные рисунки. С помощью компьютерной программы их можно даже анимировать.

Другое решение – светодиодная подсветка поверхностей. В данном случае светодиоды не ламинируются между стеклянными листами, а излучают свет от края. В отличие от стеклянных стеллажей, которые часто можно увидеть в салонах мебели, такое стекло освещено по всей его поверхности, а не только по краям. Такой эффект создаётся с помощью рассеивающего стекла, обработанного лазером. Светодиодные экраны, подобные этому, предназначены для индивидуального освещения стеклянных панелей. Рисунки, напечатанные на них, благодаря этой подсветке фактически оживают. Поскольку эти стеклянные панели очень тонкие, они также очень хорошо подходят для дооснащения потолков и стен. Такое решение стало возможным только благодаря новой лазерной технологии для гравировки крупногабаритного стекла.

Для дизайна фасадов и витрин реализована ещё одна версия продукта: светодиодные полосы, встроенные в остекление с PVB-плёнкой (см. рис. 3). Поскольку каждый светодиод может управляться отдельно, на такое медиа-стекло можно проецировать цветные движущиеся изображения (видео), а также отдельные рисунки или узоры, например логотипы. Основное преимущество этой технологии – светодиодные полосы можно менять по

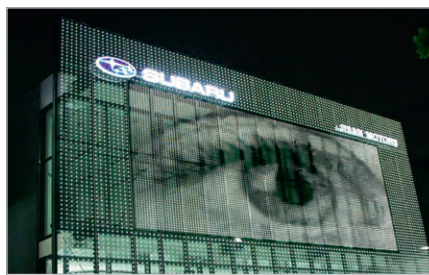


Рис. 3. Персонализированная медиавитрина, выполненная с помощью светодиодов в стеклянных пластинах

отдельности, а это означает, что больше не нужно заменять весь блок остекления в случае отказа одной полосы.

Новое поколение светодиодов

Эксперты прогнозируют большой рыночный потенциал и в области разработки стекла с органическими светодиодами. Органические светоизлучающие диоды (OLED) – это люминесцентные тонкослойные компоненты из органических полупроводниковых материалов, которые загораются при подаче тока (см. рис. 4). OLED могут отображать любое количество цветов, энергоэффективны и, в отличие от неорганических светодиодов, могут применяться с использованием тонкослойной технологии, что позволяет производить экстремально тонкие продукты с очень яркими цветами. Эта технология, рыночный потенциал которой оценивается в миллиарды долларов, лучше всего подходит для дисплеев в смартфонах или планшетах, существуют даже OLED-телевизоры с большим экраном. В отличие от жидкокристаллических дисплеев (LCD), OLED-дисплеи не требуют подсветки. Это экономит энергию и делает их ещё более тонкими. Органический материал наносится с помощью проверенных методов печати (струйной или офсетной) и подходит для пластмасс, стекла и других материалов. Если выбрать достаточно тонкие материалы, цветные дисплеи OLED можно легко согнуть или даже свернуть.

Сейчас производители электроники с гордостью предлагают абсолютно плоские OLED-телевизоры с большими диагоналями, но использование этой технологии открывает и другие возможности, например использование медиа-стёкол в зданиях и фасадах или в системах внутреннего освещения больших помещений.



Рис. 4. Дизайнерский светильник с использованием прозрачных OLED



Рис. 5. Ультратонкое гибкое стекло, изготовленное с помощью непрерывной вытяжки

Высказываются идеи об OLED-обоях или занавесках, цвета и узоры которых будут меняться одним нажатием кнопки.

Ультратонкое стекло для промышленных применений

В то время как фасадная и оконная промышленности работают со стеклом толщиной 2–3 мм, разработки в электронике и лабораторные исследования фокусируются на совершенно других величинах – здесь для отдельных применений необходима толщина стекла намного меньше 1 мм. Например, филигранные стеклянные подложки дисплеев должны быть не только очень тонкими, но и обладать высокой прочностью и устойчивостью к царапинам. Специализированный производитель стекла в США также предлагает своё видение изогнутого Gorilla Glass для смартфонов. Немецкая технологическая компания Schott AG благодаря собственной разработке процесса «непрерывной вытяжки стекла вниз» (Down-Draw) преуспевает в производстве ультратонкого стекла с почти немыслимой толщиной всего лишь 25 мкм (см. рис. 5). Это стекло поставляется с шириной до 500 мм. В качестве одного из возможных приложений компания также упоминает OLED-освещение.



К характеристике закономерности спада светового потока светодиодных филаментных ламп разной мощности после их включения

Рафаил Тукшаитов (trh_08@mail.ru)

В статье установлен выраженный двухфазный характер спада светового потока светодиодных филаментных ламп после их включения. Показано, что более чем наполовину спад светового потока происходит уже к концу первых 30–60 с после включения светодиодных филаментных ламп, а полная их стабилизация завершается лишь по истечении 15 минут. Величина спада светового потока зависит от ряда их характеристик и принимает предельные значения, равные 22...27%.

ВВЕДЕНИЕ

После подачи напряжения питания на типовые светодиодные осветительные приборы начинается спад светового потока, который практически завершается по истечении 40–60 мин. Критериальные значения спада светового потока у офисных, промышленных светильников и светодиодных ламп на сегодня составляют соответственно 2,5; 5,0 и 18% [1].

Величина спада светового потока светодиодных осветительных приборов (СОП) должна служить одним из важных критериев оценки качества их изготовления [2–5], поскольку он достоверно коррелирует с рабочей температурой р-п-перехода светодиодов. Практически до сих пор предпринимаются попытки исходя из температуры корпуса СОП косвенно оценить состояние температуры находящихся в них светодиодов [6–8], но такая оценка является весьма приближённой. Более достоверную информацию

о ней несёт спад светового потока или спад освещённости, которую обеспечивают СОП.

Филаментная светодиодная лампа (ФСЛ) является одной из последних новинок СОП и принципиально отличается от типовой светодиодной лампы тем, что в ней для снижения температуры светодиодов вместо алюминиевого радиатора используется инертный газ – гелий, существенно изменяющий динамику спада светового потока. В силу новизны такой лампы ей в интернете уделяется большое внимание. Однако несмотря на это, её характеристики продолжают оставаться пока ещё малоизученными.

В соответствии с ГОСТ 54350-2015 изменение режима работы филаментной светодиодной лампы после её включения может оцениваться как по световому потоку, так и по обеспечиваемой ею освещённости [9]. Между тем при наличии люксметра намного легче и быстрее осуществить измерение освещённости, чем светового потока. Поэтому далее будем использовать преимущественно термин «спад освещённости». Он показывает, насколько освещённость рабочей поверхности снижается во времени после включения СОП и стабилизации его режима.

Поскольку спад освещённости, по имеющимся в распоряжении автора данным, более чем у половины ФСЛ достигает 20–25%, то, бесспорно, потеря порядка четверти начального его значения вполне может служить признаком низкого их качества. Завышен-

ные его значения являются признаком наличия температурной перегрузки в светодиодах филаментов при выбранной рабочей силе тока и, соответственно, меньшей надёжности ФСЛ и меньшего срока их службы.

На результаты измерения спада освещённости в ряде случаев может также влиять изменение силы выходного тока драйвера в процессе стабилизации его температурного режима после включения СОП. Однако этот фактор, по предварительным данным, вносит небольшие изменения, поэтому он отдельно не оценивался. На данном этапе предметом исследования является не механизм спада светового потока, а количественная его оценка с использованием разных типов ФСЛ после их включения.

В данной работе рассматривается задача изучения спада освещённости, обеспечиваемой ФСЛ разной мощности и габаритов, выпускаемыми разными фирмами.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Измерения уровня освещённости осуществлялись при использовании восьми ФСЛ четырёх производителей с фактически потребляемой мощностью от 3,5 до 8,3 Вт при напряжении питания 230 В. Отсчёт освещённости проводился люксметром ТКА-ПКМ (42) в течение 30 мин с момента включения ФСЛ в горизонтальном положении максимального излучения (при развороте лампы на 90°) с переменным интервалом. Определение спада освещённости осуществлялось по специально разработанной методике [10], в соответствии с которой отсчёт первого показания люксметра начинался через 1 с после включения ФСЛ. В первую минуту измерения проводили через каждые 15 с, затем через каждую минуту до истечения 5 мин, а далее до окончания опыта через каждые 5 мин. В некоторых опытах температура ФСЛ оценивалась с помощью ИК-термометра G-300. Внешний вид



Рис. 1. Внешний вид филаментных ламп разных габаритов и мощностей

Динамика спада светового потока филаментных светодиодных ламп разных производителей

№	Фирма	Мощность, Вт		Диаметр, мм	Площадь колбы, см ²	Время, мин										$\delta_{сп}$
		Измеренная	Заявленная			0	0,5	1	2	3	5	10	15	20	30	
1	ЭРА (шар)	3,5	5,0	45	65	1,00	0,915	0,885	0,840	0,810	0,780	0,763	0,745	0,741	0,728	27,2
2	Uniel (шар)	3,6	4,0	45	65	1,00	0,917	0,882	0,833	0,814	0,784	0,754	0,745	0,745	0,745	25,5
3	Gayss (свеча)	4,3	5,0	35	60	1,00	0,926	0,915	0,877	0,868	0,855	0,852	0,852	0,852	0,848	15,2
4	Geniled	4,6	8,0	45	60	1,00	0,940	0,931	0,917	0,910	0,903	0,903	0,903	0,903	0,903	9,1
5	Geniled (матовая)	5,5	8,0	55	95	1,00	0,845	0,811	0,778	0,774	0,759	0,754	0,754	0,754	0,754	24,5
6	Uniel (шар)	5,8	10,0	120	450	1,00	0,925	0,904	0,901	0,901	0,898	0,896	0,895	0,895	0,891	10,9
7	ЭРА	6,2	7,0	60	115	1,00	0,908	0,860	0,822	0,810	0,806	0,800	0,796	0,796	0,794	21,0
8	ЭРА	7,6	9			1,00	0,882	0,851	0,813	0,795	0,780	0,769	0,767	0,766	0,764	23,6
9	Geniled	8,0	13	55	105	1,00	0,932	0,906	0,885	0,875	0,867	0,860	0,959	0,859	0,859	14,1
10	Lexman (шар)	8,3	9,0	90	255	1,00	0,912	0,855	0,827	0,813	0,802	0,787	0,789	0,784	0,784	21,5
11	Geniled	6,3	7,0	55	125	1,00	0,994	0,989	0,985	0,978	0,970	0,962	0,054	0,949	0,949	5,1

Примечание: с № 1 по № 10 – филаментные светодиодные лампы; № 11 – типовая светодиодная лампа с алюминиевым радиатором.

исследованных ФСЛ разной мощности и габаритов представлен на рисунке 1.

Для облегчения анализа полученных данных в таблице приведены ФСЛ в порядке снижения реальной потребляемой мощности. Обработка результатов измерений и форма их представления осуществлялись на основе рекомендаций [11, 12].

Результаты исследования

Как следует из таблицы, при использовании разных моделей ламп снижение освещённости за 30 мин происходит в две фазы.

Первая фаза переходного процесса очень короткая и длится не более 1–2 мин, вторая фаза длительная – до 15 мин. Процесс стабилизации ФСЛ при разных мощностях и диаметре её колбы завершается через 5–15 мин.

К концу первой фазы освещённость уменьшается более чем на 50% от предельного значения. Далее в интервале от 15 до 30 мин снижение освещённости продолжается, но изменяется не более чем на 1%. При ограничении 15-минутным интервалом наблюдения максимальная погрешность завышения абсолютного значения спада освещённости не превышает 5%.

Самое значительное снижение освещённости на 8–15% у всех типов ФСЛ происходит после их включения в первые 30–60 с первой фазы.

Для наглядности динамика освещённости графически представлена на рисунке 2. Сравнивая приведённые в таблице значения спада освещённости с данными литературы [13, 14], можно заметить, что полученные значения почти в 2 раза больше.

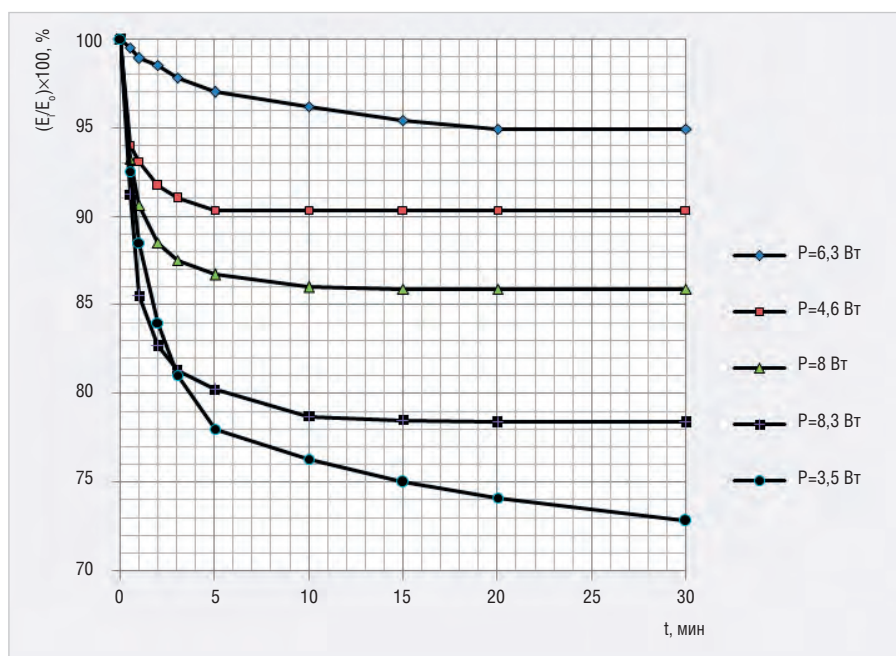


Рис. 2. Характер динамики спада освещённости после включения филаментных ламп

Полученное существенное превышение значения спада освещённости может быть объяснено тем, что авторы начинали отсчёт показаний не сразу, а по истечении некоторого времени. Если при этом они руководствовались рекомендациями [9] или [15], то отсчёт времени мог бы быть ими выбран по истечении 15 или 20 с, в результате чего показания могли оказаться на 7–10% меньше измеренных значений (21–27%). Некоторое занижение значения спада освещённости в [6, 13, 14] обусловлено также тем, что период наблюдения был ограничен только первыми 3,5 мин.

ФСЛ, по данным [16], наполняются в «Лисме» инертным газом гелием. Дополнительные исследования состава газа ФСЛ, проведённые по просьбе

авторов в Лаборатории газовой хроматографии ВНИИУС, подтвердили эту информацию и позволили внести ясность в длительные споры о составе газа [17]. При применении гелия стенка стеклянной колбы ФСЛ выполняет функцию радиатора. Благодаря значительно более высокой теплопроводности стекла относительно гелия обеспечивается эффективный отвод от него тепла.

Определённую роль в ускорении отведения тепла играет и площадь поверхности самой колбы. У ФСЛ № 6 площадь поверхности колбы в 4 раза больше площади поверхности ФСЛ № 5 при соизмеримых значениях потребляемой мощности. При этом величина спада освещённости у неё меньше лишь в 2 раза.

При первоначальном выборе ФСЛ в количестве 6 шт. коэффициент корреляции между спадом освещенности $\delta_{\text{сп}}$ и площадью поверхности колбы S имеет достоверное значение $r=-0,63$ при $P>0,90$. При пополнении выборки тремя ФСЛ фирмы Geniled коэффициент корреляции значительно уменьшается до $-0,26$. Это обусловлено тем, что в ФСЛ фирмы Geniled осуществлена конструктивная доработка, которая заметно нивелирует роль увеличения поверхности колбы. По-видимому, она заключается в том, что длина filamentов впервые была увеличена с 30 до 45 мм, что позволило в некоторой степени уменьшить взаимный нагрев светодиодов.

Следует обратить внимание на то, что ФСЛ с матовой колбой № 5 имеет значение $\delta_{\text{сп}}$ почти в 2 раза большее, чем у ФСЛ № 6. Это вызвано тем, что матирование поверхности колбы, осуществляемое окисью бария или сульфата бария, образует диэлектрический слой, снижающий теплоотводящие свойства стеклянной колбы. В результате температура такой ФСЛ оказалась больше на 5–6°C при той же мощности и габаритах.

Между $\delta_{\text{сп}}$ и потребляемой мощностью ФСЛ корреляция не выявлена в обеих выборках ФСЛ ($r=-0,02$). Это видно из таблицы и рисунка 1. Спад освещенности происходит на значительную одинаковую величину как при мощности ламп 8,3 Вт, так и при мощности 3,4 Вт.

В сравнительном плане на рисунке 2 приведена кривая спада освещенности, где применяются типовые светодиодные лампы (ТСЛ), например Geniled, мощностью 7 Вт с алюминиевым радиатором. Применение радиатора способствует значительному снижению скорости повышения температуры светодиодов в момент включения ТСЛ, тем самым предотвращается начальный перегрев светодиодов. В результате у таких ламп $\delta_{\text{сп}}$ не превышает 9–15%.

Из сравнения $\delta_{\text{сп}}$ ФСЛ разных производителей следует, что ФСЛ фирмы Geniled (4, 6 и 8 Вт) обеспечивают спад освещенности почти в 2 раза меньше при одинаковой потребляемой мощности и меньших габаритах, чем ФСЛ фирм Uniel и Lexman.

Выводы

1. Спад светового потока (освещенности) является информативным инте-

гральным показателем качества светодиодных осветительных приборов, который следует приводить в технической документации и на упаковках соответствующих изделий, независимо от величины их потребляемой мощности.

2. В современных ФСЛ предельная реализуемая мощность не превышает 8 Вт при завышении заявляемых её значений на 50–70%.
3. Кривая спада светового потока ФСЛ состоит из двух фаз: короткой и длинной. Максимальная величина спада светового потока после включения многих ФСЛ, независимо от их потребляемой мощности, достигает 21–27%.
4. Спад светового потока ФСЛ в первые 2 мин происходит со скоростью на порядок выше, чем в типовых светодиодных лампах с алюминиевыми радиаторами. Это свидетельствует о разном механизме отведения тепла у светодиодов в эту фазу периода их стабилизации, требующем специального исследования.
5. Повышение площади поверхности колбы ФСЛ более чем в 10 раз позволяет уменьшить спад освещенности, но не более чем в 2 раза.

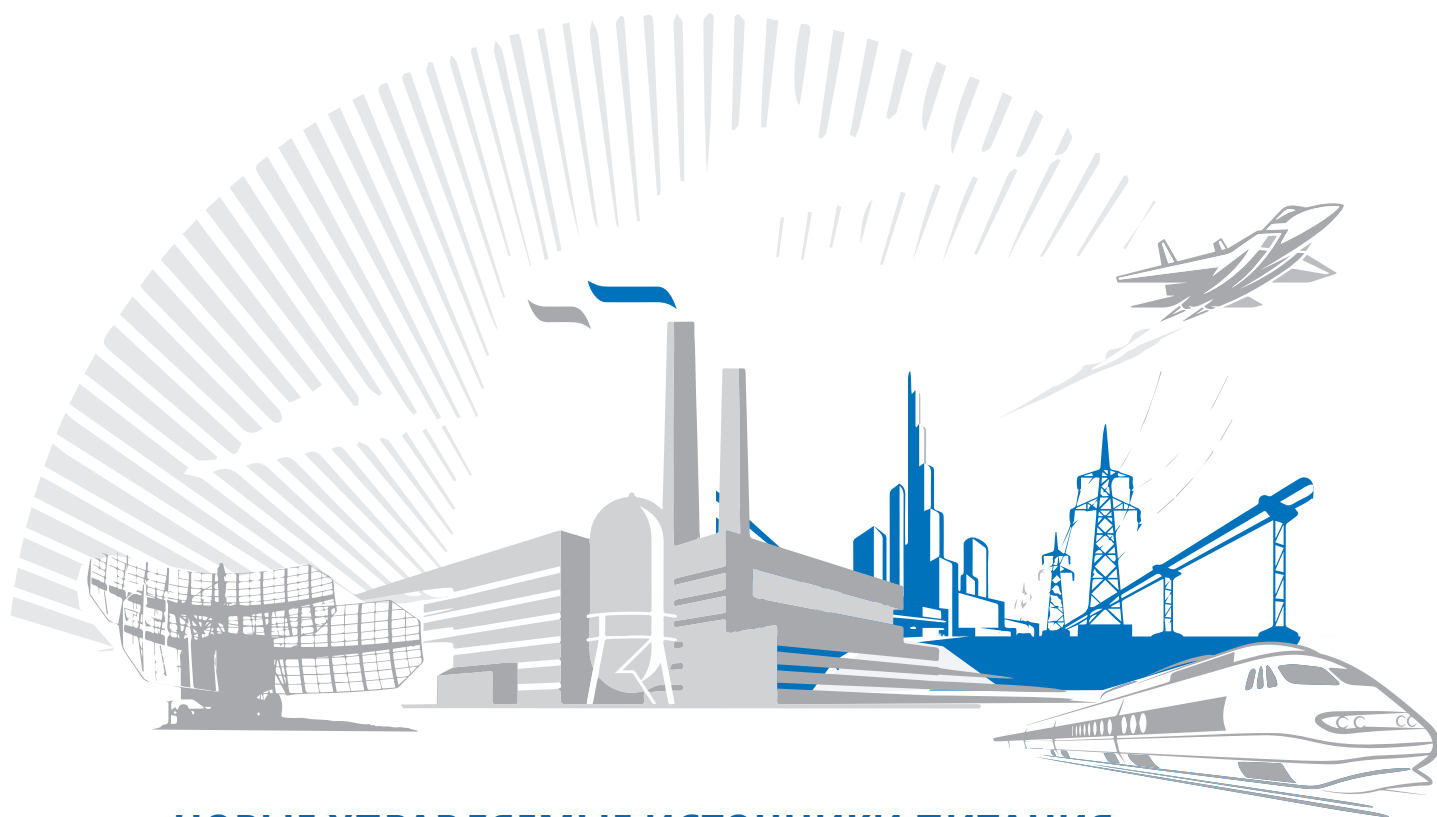
ЛИТЕРАТУРА

1. Тукиаитов Р.Х., Исыхакаэфу А. Разработка и применение критериальных значений параметров светодиодных осветительных приборов для контроля их качества. Инженерный вестник Дона. 2017. № 4. ivdon.ru/magazine/archive/n4y2017/
2. Тукиаитов Р., Исыхакаэфу А., Нигматуллин Р., Гаритов Р. Как обеспечить заявленный срок службы светодиодных ламп. Полупроводниковая светотехника. 2016. № 3. Т. 41. С. 6–9.
3. Тукиаитов Р.Х., Исыхакаэфу А., Нигматуллин Р.М., Иштырякова Ю.С. Применение ряда информативных параметров при сравнительной оценке качества светодиодных ламп торговых марок Camelion и ASD. Успехи современной науки. 2016. Т. 3. № 6. С. 56–58.
4. Исыхакаэфу А., Тукиаитов Р.Х. Разработка новой методики определения спада светового потока осветительных приборов. Успехи современной науки. 2017. Т. 4. № 4. С. 121–125.
5. Исыхакаэфу А., Тукиаитов Р.Х. Усовершенствование методики контроля времени температурной стабилизации осветительных приборов. Успехи современ-

ной науки и образования. 2017. Т. 4. № 4. С. 142–145.

6. Светодиодная лампа серии Sky фирмы Uniel. Современная светотехника. 2016. № 2. С. 46–48.
7. Тукиаитов Р., Сулейманова И. Филаментные светодиодные лампы. Аналитический обзор современных источников литературы. Полупроводниковая светотехника. 2018. № 1. С. 13–17.
8. Исыхакаэфу А., Тукиаитов Р.Х. Контроль температуры корпуса светодиодных ламп при работе в разных осветительных устройствах. Изв. вузов. Проблемы энергетики. 2017. № 9–10. С. 145–149.
9. ГОСТ Р 54350-2015. Приборы осветительные. Светотехнические требования и методы испытаний. – М.: Стандартинформ, 2015. – 46 с.
10. Тукиаитов Р.Х., Исыхакаэфу А., Сулейманова И.И. Разработка методики определения величины спада светового потока филаментных ламп на основе ГОСТ Р 54350-2015. Инженерный вестник Дона. 2018. № 1: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2018/
11. Тукиаитов Р.Х. Основы оптимального представления статистических показателей на графиках, диаграммах и в таблицах (физика, химия техника, биология и медицина). – Казань: КГЭУ, 2006. – 227 с.
12. Тукиаитов Р.Х. Статистическая обработка и анализ результатов измерений. Лабораторный практикум. – Казань: КГЭУ, 2009. – 72 с.
13. Цвирко В.И. Протокол исследовательских испытаний филаментной лампы типа Vosla GmbH Центра светодиодных и оптоэлектронных технологий Национальной академии наук Беларуси. 2014. 7 с.
14. Нестеркина Н.П., Кондрашин А.С., Корсуков А.А. Сравнительные исследования филаментных светодиодных ламп мощностью 4 Вт в колбах А50 и А60. Прорывные научные исследования: сборник статей Международной научно-практической конференции / Под общей редакцией Г.Ю. Гуляева. – Пенза: МЦНС «Наука и просвещение», 2016. – С. 14–21.
15. ГОСТ Р 54350-2011. Приборы осветительные. Светотехнические требования и методы испытаний. – М.: Стандартинформ, 2011. – 34 с.
16. Доброзраков И.Е. Светодиодная филаментная лампа «Лисмы»: новое слово на рынке источников света. Светотехника. 2015. № 5. С. 48–50.
17. Тукиаитов Р.Х. Конфиденциальность газового состава филаментной лампы. Нужна ли она производителю. Полупроводниковая светотехника. 2017. № 6. С. 38–40.





НОВЫЕ УПРАВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Серия GXE



- Входное напряжение
85–265 В AC или 120–370 В DC
 - Выходная мощность 600 Вт
 - Выходные напряжения
24 или 48 В DC
 - КПД до 95%
 - Высота 1U
 - Запуск при -40°C
 - Гарантия 7 лет
-
- Конвективное охлаждение
 - Режим стабилизации напряжения
или стабилизация тока
 - Аналоговый порт: сигналы on/off, DC-OK,
AC-Fail, Power-Fail, 0–100% выходной ток,
20–120% выходное напряжение
 - Цифровой порт (Modbus RTU, на RS-485):
установки выходных параметров +
регулировка фронта нарастания, настройки
защит. Считывание температуры,
времени наработки прибора
 - Варианты исполнения: в кожухе или без,
с конформным покрытием платы или без



НОВОСТИ МИРА

Модули IoT для «умных городов» и «умной промышленности» от Rohde & Schwarz

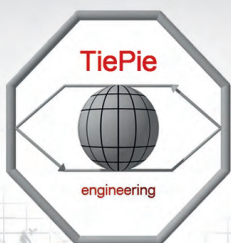
Rohde & Schwarz представила свои тестовые решения для «умных городов» и «умной промышленности» на выставке Mobile World Congress, которая прошла в Барселоне с 26 по 28 февраля 2019 г.

С целью обеспечения возможности тестирования встроенных механизмов безопасности даже на этапе разработки модулей IoT компания Rohde & Schwarz разработала для своей платформы R&S CMW опцию проверки IP-безопасности R&S CMW-KM052. Эта опция осуществляет углублённую проверку пакетов (DPI) во время обычной работы в определяемом пользователем сетевом окружении. Пользователи могут отслеживать наличие и тип шифрования, состояние портов и многое другое. Они также могут удостовериться, что модуль взаимодействует только с разрешёнными серверами. Для тестеров радиосвязи такая функция проверки безопасности является уникальной. В установке для проведения испытаний новая опция R&S CMW-KM052 выполняется на радиокommunikационном тестере R&S CMW290.



Тестер также выполняет измерения, позволяющие оптимизировать продолжительность эксплуатации аккумулятора модуля IoT. Измерительная установка состоит из четырёхканального пробника мощности R&S RT-ZVC04A и программного обеспечения R&S CMWrun, которое управляет последовательностью испытаний. Пробник мощности одновременно измеряет ток и напряжение в нескольких узлах модуля IoT в разных режимах работы. Он способен измерять даже самые слабые токи в наноамперном диапазоне. R&S CMW290 позволяет анализировать осциллограммы и выявлять точную временную корреляцию с событиями интерфейса NB-IoT, что значительно упрощает анализ. Такие возможности предоставляет только платформа R&S CMW.

Ещё одна измерительная установка на основе широкополосного радиокommunikационного тестера R&S CMW500 позволяет имитировать реалистичные окружающие условия испытаний (реальные полевые условия) для всех типов беспроводных модулей с интерфейсами NB-IoT и LTE. Всего несколькими щелчками мыши в ПО R&S CMWcards можно создать тестовые сценарии на основе сценариев, записанных во время выездных (полевых) испытаний. Пользователи могут воспроизвести эти сценарии с помощью тестера R&S CMW500 при проведении лабораторных испытаний. Тестер воспроизводит сетевое окружение, уровни и качество сигналов (RSRP/RSRQ), записанные во время полевых испытаний. Он регистрирует поведение модуля IoT в этих разнообразных условиях, позволяя пользователю подробно



Новые стандарты измерений сигналов Портативные приборы TiePie engineering с USB-интерфейсом



HANDYSCOPE HS6 DIFF

4-канальный USB-осциллограф с дифференциальными входами, высоким разрешением и частотой опроса:

- полоса частот входного сигнала 250 МГц
- частота дискретизации до 500 МГц
- разрешение 12, 14, 16 бит
- память 64 Мсэмпл
- встроенный генератор 30 МГц, разрешение 14 бит



HANDYPROBE HP3

Профессиональный USB-прибор с функциями мультиметра, осциллографа, спектроанализатора, логического анализатора:

- диапазон входного сигнала 0,2–800 В
- разрешение 10 бит
- максимальная частота дискретизации 100 МГц

ProSoft®

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU



Реклама

НОВОСТИ МИРА

анализировать все основные процессы взаимодействия, такие, например, как процесс передачи обслуживания абонентов, и повторять эти измерения в идентичных полевых условиях. Этого нельзя сделать при реальных полевых испытаниях, которые, кстати, благодаря этому решению могут быть сокращены до минимума.

Rohde & Schwarz также представила совмещённые ВЧ- и функциональные сигнальные тесты для стандартов NB-IoT и Bluetooth® 5.0 LE на базе радиокommunikационного IoT-тестера R&S CMW290. В этом испытании в качестве испытуемого выступает IoT-устройство для аренды велосипедов, которое оснащено интерфейсами для обоих способов передачи данных. R&S CMW – единственная платформа, которая позволяет параллельно проводить испытания сотовой и несотовой передачи данных. Только эти тестеры позволят разработчикам проводить сигнальные ВЧ-испытания для устройств Bluetooth LE в реальных условиях с использованием беспроводных измерений. Данный метод позволяет выполнить подробный анализ характеристик антенны и переходов между сетями NB-IoT и Bluetooth.

www.rohde-schwarz.com/mwc

ОТКРЫТА РЕГИСТРАЦИЯ НА КОНФЕРЕНЦИЮ «ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ»

АО «ТЕСТПРИБОР» совместно с АО «Концерн „Радиоэлектронные технологии“» (КРЭТ), АО «Российская электроника» и ФГУП ВНИИФТРИ начинает приём заявок на участие в VIII Всероссийской научно-технической конференции «Электромагнитная совместимость».

В работе конференции ежегодно принимают участие руководители и ведущие специалисты Минобороны РФ, госкорпораций «Роскосмос» и «Росатом», компаний-разработчиков РЭА, авиационных предприятий, испытательных центров, изготовителей и разработчиков испытательного и измерительного оборудования.

Основные направления работы конференции:

- прогнозирование ЭМС технических объектов: расчётные методы, программно-аппаратные средства, моделирование;
- испытания радиоэлектронного оборудования на ЭМС;
- виды помех в БС ЛА и способы борьбы с ними;

- защита РЭА от ЭМИ: фильтрация, экранирование, защитные материалы;
- оборудование для испытаний на ЭМС;
- нормативно-правовая база испытаний технических средств на ЭМС, учёт требований заказчиков при испытаниях;
- метрологическое обеспечение испытаний в области ЭМС;
- аттестация испытательного оборудования, применяемого при оценке соответствия оборонной продукции;
- вопросы конструирования радиоэлектронной аппаратуры с учётом требований ЭМС.

VIII Всероссийская научно-техническая конференция «Электромагнитная совместимость» пройдёт 23–24 мая 2019 года в парк-отеле «Свежий ветер» (Московская область).

Для участия в конференции необходимо прислать заявку в организационный комитет не позднее 17 мая 2019 года: по электронной почте chernykh@test-expert.ru (Ольга Черных), timonina@test-expert.ru (Мария Тимонина), tp@test-expert.ru или по факсу: +7 (495) 657-87-37.

Участие в конференции платное.

www.test-expert.ru

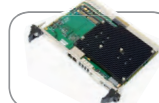
Fastwel



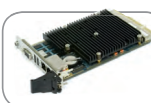
Российская электроника
для ответственных
применений

Скорость и надежность
современных технологий

CompactPCI 2.0, 2.16, 2.30, Serial



CPC503



CPC508



CPC510



CPC512

ProSoft®
WWW.PROSOFT.RU

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

МОСКВА
(495) 234-0636
info@prosoft.ru

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

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



Роскомнадзор

Цветные графические сенсорные дисплейные модули Nextion на основе микроконтроллера серии STM32

Олег Вальпа (sandh@narod.ru)

Создание современных пультов оператора на базе микропроцессорных устройств невозможно без использования различных типов дисплеев. Наиболее информативные из них – графические. В статье описываются цветные графические сенсорные дисплейные модули Nextion на основе микроконтроллера серии STM32, предназначенные для создания человеко-машинного интерфейса, а также представлен пример готового проекта.

ВВЕДЕНИЕ

Для создания микропроцессорных пультов операторов можно использовать различные виды дисплеев. Для самых простых устройств подойдет 7-сегментный индикатор или символьный ЖК-дисплей, а для вывода простейшей монохромной графики можно использовать дисплеи от мобильных телефонов либо современные OLED-дисплеи. Ресурсов многих микроконтроллеров обычно хватает для подключения и обслуживания даже цветных дисплеев с TFT-матрицей. Однако чем сложнее дисплей, тем труднее приходится микроконтроллеру. Например, несмотря на самые изощренные и быстрые библиотеки, ресурсов микроконтроллера Atmega328 едва хватает для работы с цветной TFT-матрицей. При этом для программы основного алгоритма остаётся менее половины памяти программ контроллера. Выход из ситуации заключается в том, чтобы наделить графический дисплей собственным микроконтроллером, который бы использовал все свои вычислительные ресурсы на обработку графики. Этот модуль можно было бы подключить к любому микроконтроллеру по одному из стандартных интерфейсов и обмениваться с ним унифицированными командами. Именно такой модуль рассмотрен в этой статье – графический модуль Nextion. Данные устройства могут использоваться в проектах «умного» дома и других системах управления и мониторинга.

ОБЗОР МОДУЛЕЙ NEXTION

Модули Nextion [1] представляют собой устройства, предназначенные для организации современных интер-

фейсов пользователя, насыщенных красками и графикой. Они имеют в своём составе цветной графический сенсорный TFT-дисплей и современный 32-разрядный микроконтроллер серии STM32 [2], оснащённый памятью, слотом карт памяти microSD и внешними интерфейсами. Микроконтроллер модуля предназначен для управления дисплеем и организации обмена с внешними устройствами. Он позволяет подключать модуль Nextion к любому внешнему контроллеру управления по последовательному интерфейсу связи UART, а также внешние кнопки, светодиоды, реле и т.п. непосредственно к выводам GPIO модуля через согласующие элементы. Модуль Nextion можно легко адаптировать к существующим проектам: для этого потребуется всего

один выделенный порт UART у подключаемого устройства.

Первоначально производителем была разработана линейка базовых модулей Nextion Basic с диагоналями дисплея от 2,4 до 7". Вскоре свет увидела линейка новой, улучшенной версии модулей Nextion Enhanced, имеющих в своём составе часы реального времени RTC с автономным питанием, порты GPIO, память EEPROM и возможность формировать сигналы ШИМ. Технические характеристики обеих версий модулей Nextion приведены в таблице.

Внешний вид модуля показан на рисунке 1.

Модуль потребляет ток около 500 мА от источника с постоянным стабилизированным напряжением 5 В. Яркость дисплея можно регулировать в диапазоне от 0 до 180 единиц с интервалом в 1%. Стоимость модулей составляет от \$15 до \$60 в зависимости от размера дисплея. В комплект поставки входят модуль Nextion, плата питания с разъёмом Micro USB, кабель питания и связи.

Производитель разместил на своём сайте [3] бесплатные файлы для изготовления корпусных рамок ко всем типам модулей с помощью

Функциональное назначение выводов TS1000T, VS1000

Параметры	NX3224T024	NX3224T070	NX3224K028	NX4024K032	NX8048K050
Диагональ дисплея, дюймов	2,4	7	2,8	3,2	5
Разрешение экрана	320×240	320×240	320×240	400×240	800×480
Размер модуля, мм	74,4×42,9	181×108	85×49,8	95×47,6	133×84
FLASH-память, Мбайт	4	16	16	16	32
ОЗУ, Кбайт	3,5	3,5	3,5	3,5	8
Частота контроллера, МГц	48	48	48	48	108
Потребляемый ток, мА	до 90	до 500	до 65	до 85	до 410
Линейный ряд	Basic		Enhanced		
Выводы GPIO	Нет		8 выводов, из них 4–7 поддерживают ШИМ		
Часы реального времени	Нет		Есть, с элементом питания типа CR1220		
Напряжение питания	5 В постоянного тока 500 мА				
Тип подсветки экрана	Светодиодная подсветка с регулируемой яркостью				
Тип сенсорного экрана	Резистивный				
Количество цветов	65 536 в коде 5R6G5B				
UART	Скорость от 2400 до 115 200 (по умолчанию 9600), уровни TTL				
Тип SD-карт	microSD объёмом до 32 Гбайт с файловой системой FAT32				
Рабочая температура	–20...+70°C				
Температура хранения	–30...+85°C				

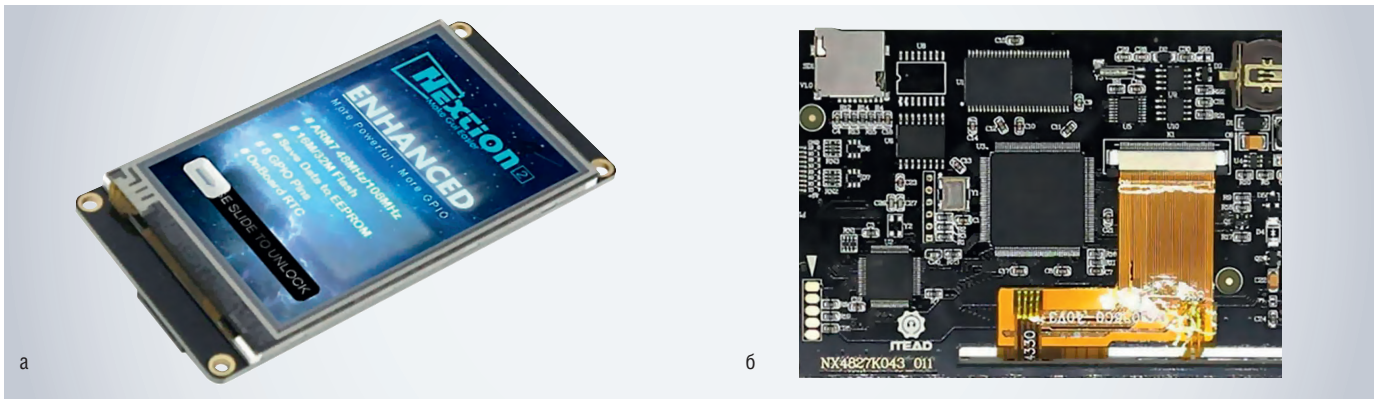


Рис. 1. Внешний вид модуля Nextion: а) со стороны дисплея; б) со стороны компонентов

3D-принтера. Кроме того, на сайте имеются свободно распространяемые готовые демонстрационные проекты для любого модуля.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Инженеры подчас тратят много времени, разрабатывая интерфейсы для уникальных пультов, но при этом не всегда получают удовлетворительные результаты. В качестве решения этой проблемы создан бесплатный программный редактор Nextion Editor [4], который имеет встроенные компоненты, позволяющие создавать дизайн интерфейса: текст, кнопки, слайдеры, картинки, графики, прогресс-бары, панели приборов и т.д. Кроме того, он позволяет создать алгоритм поведения модуля с помощью программного кода для различных событий элементов, участвующих в интерфейсе дисплея. Для проверки работы написанного программного кода в редакторе имеется встроенный эмулятор, не только отображающий поведение элементов интерфейса, но и полноценно работающий с данными по интерфейсу UART, посредством которого в модуль Nextion загружаются программы.

Для ускоренной загрузки программы можно разместить на карте памяти, которую затем следует установить в слот microSD модуля Nextion.

ПРИМЕР ПРОЕКТА

Рассмотрим работу с программой Nextion Editor на простом примере. Пусть новое приложение будет состоять из трёх страниц: начальной с названием проекта, главной с элементами индикации и управления и дополнительной со справочной информацией.

Для создания проекта интерфейса потребуется загрузить с официального сайта производителя [4] программу Nextion Editor и разархивировать

её на компьютер. Установки эта программа не требует. После запуска файла NextionEditor.exe на экране компьютера откроется главное окно редактора, показанное на рисунке 2.

Окно имеет 9 зон:

1. Главное меню – *File, Tools, Setting, Help, About*.
2. Библиотека элементов – *Toolbox*.
3. Библиотека изображений и шрифтов – *Picture, Fonts*.
4. Область отображения – *Display*.
5. Список страниц проекта – *Page*.
6. Зона редактирования атрибутов выбранного элемента – *Event*.
7. Окно вывода результатов компиляции – *Output*.
8. Окно для ввода кода, выполняемого при возникновении события – *User code*.
9. Меню управления выравниванием и порядком элементов – под главным меню.

Для первого знакомства с программой Nextion Editor наибольший интерес представляет окно библиотеки элементов, которые можно размещать на экране дисплея:

- *Text* – текстовое поле;
- *Scrolling text* – текстовое поле с прокруткой (бегущая строка);
- *Number* – поле с числовыми значениями;
- *Button* – кнопка без фиксации;
- *Dual-state button* – кнопка с фиксацией;
- *Hotspot* – невидимая кнопка;
- *Progress bar* – область, заполненная на заданное значение в %;
- *Picture* – изображение, выбранное из списка загруженных файлов;
- *Crop* – часть изображения;
- *Gauge* – стрелка;
- *Waveform* – поле построения графика по точкам;
- *Slider* – слайдер, т.е. область с передвигаемым ползунком;
- *Timer* – таймер; вызывает событие через определённые промежутки времени и размещается под областью Display;
- *Variable* – переменная для хранения данных, размещается под областью Display;
- *Checkbox* – флажок поля множественного выбора;
- *Radio* – переключатель поля одиночного выбора.

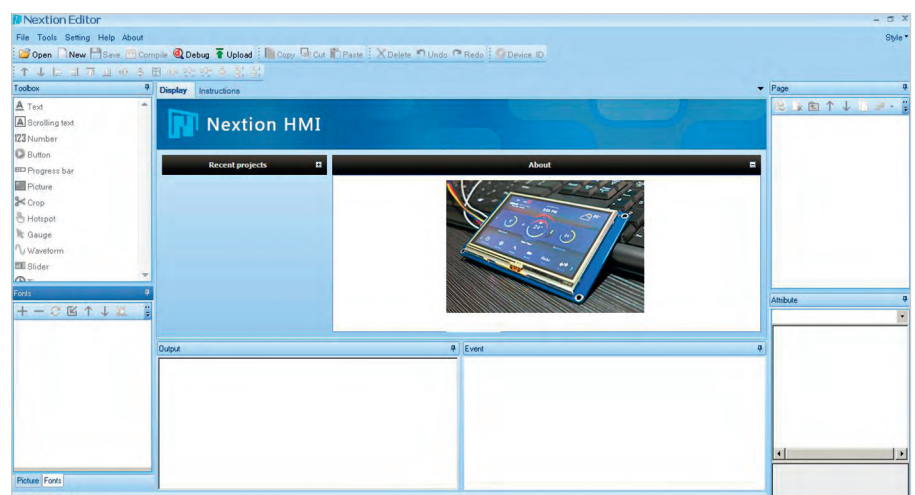
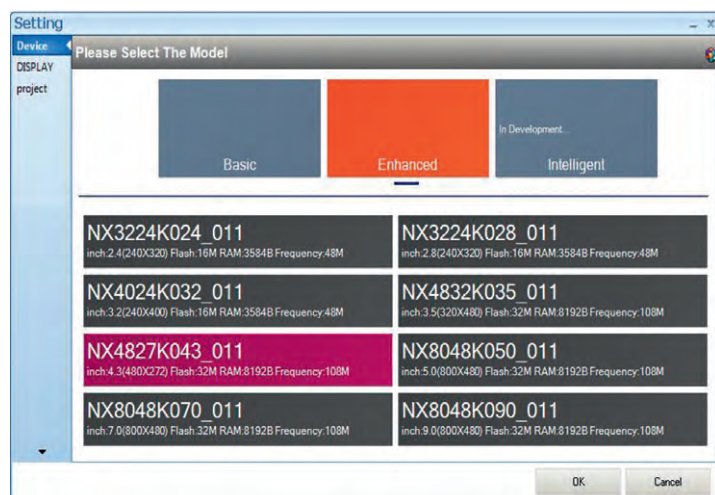


Рис. 2. Главное окно редактора Nextion Editor

Рис. 3. Окно настроек *Setting*

Для создания нового проекта следует выбрать в главном меню редактора команду *File* → *New* – при этом откроется окно с запросом имени проекта. Проекты создаются с расширением *.HMI. После ввода имени проекта откроется окно настроек *Setting* для выбора типа панели (см. рис. 3).

В этом окне приведены названия типов панелей с их техническими характеристиками. Например, при выборе панели *Enhanced NX4827K043_011* можно увидеть, что она имеет дисплей 4,3" с разрешением 480×272 точки, объём памяти Flash 32 Мбайт, объём оперативной памяти RAM 8192 байт и тактовую частоту 108 МГц. Выбранный тип панели автоматически выделяется цветом. Зкладка *DISPLAY* окна настройки *Setting* позволяет выбрать горизонтальную, вертикальную или повёрнутую ориентацию дисплея модуля, а также тип кодировки для текстовых элементов. Повторно открыть окно настроек *Setting* можно в любое время нажатием программной кнопки *Device* в главном меню редактора.

После завершения выбора панели и её настроек откроется окно с начальной страницей для наполнения её библиотечными элементами и ввода программного кода обработки. Прежде чем начать наполнять страницу элементами, следует добавить используемые в проекте шрифты и рисунки в соответствующее окно *Font*/*Picture* редактора с помощью программной кнопки «+».

Шрифты можно сконвертировать из имеющихся шрифтов операционной системы с помощью встроенного в редактор программного инструмента *Tools* → *Font Creator*, окно которого показано на рисунке 4.

После выбора исходного шрифта и задания размера нового можно сформировать шрифт и автоматически добавить его в редактор.

Для создания файлов с рисунками подойдёт любой графический редактор, входящий в состав операционной системы, например *Paint*. С помощью такого редактора можно создать рисунок для начальной страницы размерами 480×272 точки, залив его сплошным цветом, дополнив простыми фигурами и введя текст с названием, например как на рисунке 5.

Аналогично можно создать рисунки для органов индикации и управления, такие как светящаяся и погашенная лампочка, зелёный и красный круг для отображения состояния охраны и т.п. Рисунки должны иметь размеры, позволяющие разместить их на странице и внутри используемых элементов, например 50×50 точек. Все созданные изображения необходимо добавить в редактор для последующего использования в проекте.

Для размещения рисунка на странице *page0* необходимо изменить в редакторе свойство *sta* этой страницы на *image* и с помощью появившегося свойства *pic* выбрать рисунок с названием проекта в открывшемся окне *Select Picture*, представленном на рисунке 6.

Теперь необходимо добавить в проект ещё две страницы с помощью первой программной кнопки окна *Page* редактора. Новые страницы автоматически получают названия *page1* и *page2*. При выборе их мышкой редактор автоматически будет открывать эти страницы в центре экрана.

Для завершения работы с первой страницей нужно выделить её и добавить для неё новый элемент *Timer* из



Рис. 4. Окно создания шрифтов

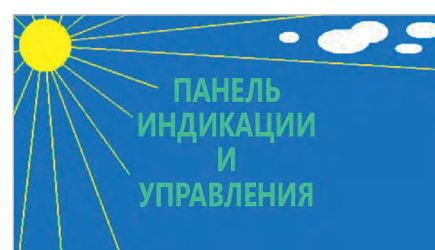
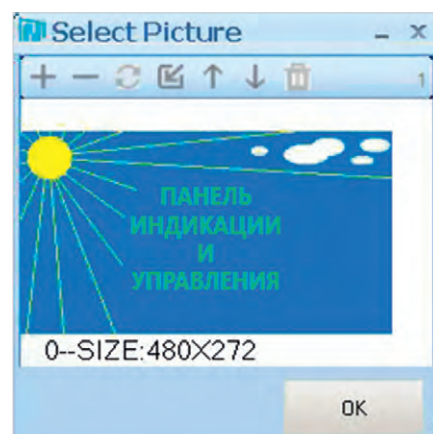


Рис. 5. Окно начальной страницы проекта

Рис. 6. Окно *Select Picture* редактора

окна *Toolbox*. Свойству *tim* этого таймера следует задать время отображения начальной страницы, например 1000 мс. Для перехода на главную страницу через 1000 мс нужно в окне событий *Event* ввести команду перехода в виде строки *page1*. Теперь можно проверить работу программы в отладчике *Debug*, щёлкнув мышкой по соответствующей кнопке интерфейса редактора, и убедиться, что при запуске программы открывается начальное окно с рисунком названия проекта, а через секунду происходит переключение на главное, пока ещё пустое окно.

Следующим шагом следует заполнить страницу справки *page2*, разме-

стив на ней бегущую строку *Scrolling text* с информацией и кнопку *Button* для возврата на главную страницу. Эти элементы находятся в окне *Toolbox*. Свойство длины строки *txt_maxl* для *Scrolling text* необходимо задать максимально возможным и равным 254. Справочную информацию следует ввести в свойство *txt* элемента бегущей строки *Scrolling* в виде текста. Положение и размеры строки легко изменяются с помощью мышки.

Для элемента *Button* нужно изменить свойство *txt* на название «Назад» и ввести в поле событий *Event* команду перехода на главную страницу в виде строки *page1*.

Наконец, нужно наполнить элементами главную страницу *page1*. Вначале следует разместить на ней элемент кнопки *Button* и изменить его свойство *txt* на слово «Справка». В окне событий *Event* для этой кнопки следует ввести команду перехода на созданную ранее справочную страницу в виде строки *page2*.

Для отображения на главной странице текущего времени следует поместить на ней три элемента *Number* и элемент таймера *Timer*. В поле свойств таймера следует ввести три строки для передачи данных из внутренних часов реального времени в свойства *Valume* элементов *Number* в виде строк *n0.val=rtc3*, *n1.val=rtc4* и *n2.val=rtc5*. Стоит учитывать, что редактор довольно требователен к синтаксису и не допускает лишних пробелов в строках команд.

Цвет и фон отображаемых цифр времени можно изменить с помощью свойств *bco* и *pco* элементов *Number*.

Далее следует разместить на главной странице проекта ещё несколько элементов в соответствии с рисунком 2 – с их помощью можно будет контролировать охранную систему, управлять открытием и закрытием двери, включать и отключать освещение, а также эмулировать простой пульт с индикатором и кнопками управления.

Для связи модуля с контролируемым объектом будут использованы порты ввода-вывода GPIO и последовательный порт UART. Инициализация портов GPIO производится в поле событий начальной страницы:

```
// Настроить порт GPIO
cfgpio 1,2,0 // Вывод pio1 - выход
cfgpio 2,2,0 // Вывод pio2 - выход
```

Анализ состояния охраны осуществляется с помощью кода, внесённого в поле событий таймера *tm0* начальной страницы:

```
// Охрана
if(pio0==0) // Если норма
{
  p0.pic=1 // Зеленый
}else // Иначе
{
  p0.pic=2 // Красный
}
```

Выполнение операций управления дверью и освещением обеспечивает код в поле событий для соответствующих элементов окна главной страницы:

```
// Дверь
pio1=bt1.val // 0-закрыть 1-открыть
// Свет
pio2=bt2.val // 0-отключить 1-включить
```

При нажатии кнопок пульта главной страницы модуль *Nextion* будет формировать сообщения через порт UART благодаря командам в поле событий для соответствующих элементов кнопок окна главной страницы. Например, для кнопки «2» применена строка команды *printb 32*.

Полная версия проекта представлена в дополнительных материалах к статье на сайте журнала www.soel.ru. При желании этот проект можно дополнить новыми элементами управления и индикации.

Перед загрузкой в модуль необходимо скомпилировать проект, нажав кнопку *Compile* в интерфейсе редактора. В окне вывода результатов должно отобразиться сообщение об успешной компиляции или о наличии ошибок, которые необходимо исправить.

Для загрузки проекта с компьютера в модуль *Nextion* через порт UART понадобится преобразователь USB-UART. После подключения преобразователя к модулю необходимо нажать кнопку *Upload*. Процесс загрузки проекта будет отображаться в окне программного редактора и на дисплее модуля. После окончания загрузки проект автоматически начнёт выполняться и отображаться на дисплее модуля.

Поскольку загрузка проекта через порт UART занимает достаточно долгое время и требует дополнительного оборудования в виде преобразова-

теля, существует альтернативный способ загрузки проекта с помощью карты памяти microSD. Для этого нужно скомпилировать проект и открыть каталог с файлом загрузки при помощи главного меню *File* → *Open builder folder*. Далее следует скопировать файл загрузки с именем созданного проекта на предварительно отформатированную в FAT32 карту памяти microSD. На ней должен находиться только один файл проекта. Затем нужно установить карту памяти в слот отключённого модуля *Nextion* и включить его – при этом начнётся быстрый процесс загрузки проекта в модуль.

Внешний контроллер управления, подключённый к модулю *Nextion* через порт UART, может формировать командные строки. Например, для отображения текста на индикаторе модуля используется строка следующего вида: *page1,t4.txt="Произвольный текст...\0xff\0xff\0xff"*.

Все внешние команды по интерфейсу UART для модуля *Nextion* должны завершаться тремя байтами со значением 255, т.е. *0xff* в HEX-коде. Это позволяет модулю *Nextion* идентифицировать посылку как команду и определить её окончание.

Кроме того, внешний контроллер может формировать любые другие команды, применяемые в модуле *Nextion*, а также принимать и анализировать информацию от модуля, например коды кнопок встроенного в проект эмулятора пульта.

Модуль *Nextion* имеет достаточно большой набор команд, подробное описание которых приведено в источнике [5].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Благодаря существованию недорогих модулей *Nextion* и свободного редактора программ создание современных и привлекательных человеко-машинных интерфейсов становится простым и увлекательным делом, доступным как профессионалам, так и начинающим программистам.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://www.itead.cc/display/nextion.html>
2. www.st.com
3. https://www.itead.cc/wiki/Nextion_HMI_Solution
4. <https://nextion.itead.cc/resources/download/nextion-editor/>
5. https://www.itead.cc/wiki/Nextion_Instruction_Set



НОВОСТИ МИРА

«Силовая Электроника 2019»: ОТКРЫТ ПРИЁМ ЗАЯВОК НА УЧАСТИЕ В КОНКУРСЕ

Начался приём заявок на участие в конкурсе «Лучшие разработки молодых исследователей и инженеров в области силовой электроники», который традиционно пройдёт в рамках выставки «Силовая электроника».

Конкурс призван продемонстрировать результаты инновационной деятельности молодых исследователей и инженеров, имеющих учёную степень или не имеющих таковой, работающих в штате университета, государственного промышленного предприятия, закрытого или открытого промышленного акционерного общества, которым в год проведения конкурса исполнилось не более 35 лет.

Номинации конкурса:

- Силовая электроника и системы управления для электропривода и других электромеханических систем.
- Электронные системы автономных объектов и для малой распределённой энергетики.
- Источники вторичного электропитания и преобразователи с высокой удельной мощностью.



- Современные элементная база, пассивные компоненты и накопители энергии.

Организаторы: компания MVK (офис в Санкт-Петербурге) и Национальный исследовательский университет «МЭИ» при поддержке Департамента радиоэлектронной промышленности Министерства промышленности и торговли Российской Федерации и ассоциации «Электропитание».

По вопросам участия следует обращаться по номеру телефона (812) 380-60-09 или по адресу электронной почты power@mvk.ru.

www.powerelectronics.ru

Нормативная база для легализации eSIM в России будет готова в 2019 году

Минкомсвязь планирует подготовить нормативную базу для внедрения технологии

электронных сим-карт eSIM в России к концу 2019 года.

Использование eSIM в России не требует внесения изменений в законодательство, считают в Минкомсвязи. В справке, подготовленной ведомством, отмечается, что eSIM представляет собой такой же модуль идентификации абонента, как и обычная сим-карта. Для того чтобы устройство с ним могло работать в российских сотовых сетях, будет достаточно декларации соответствия аппарата российским требованиям использования средств связи.



В настоящее время использование eSIM запрещено в России на законодательном уровне. Электронные SIM-карты легализованы и функционируют в ряде стран ЕС, Канаде, США и Индии.

Новости Интернета вещей

www.jtagtechnologies.ru

JTAG
TECHNOLOGIES

JTAG ProVision – самая совершенная программа для периферийного сканирования на сегодняшний день

Автоматическая генерация тестов

Русскоязычный интерфейс

Скрипты для создания продвинутых тестов

Десятки тысяч готовых моделей ЭКБ

Последовательности для производства

Проверена работа с отечественной ЭКБ, поддерживающей периферийное сканирование!

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

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

Реклама



ПАТРОНАЖ ТПП РФ

17-19

СЕНТЯБРЯ 2019

КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»



powered by
productronica

Radelexpo

ХІХ МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА РАДИОЭЛЕКТРОНИКА & ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

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

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

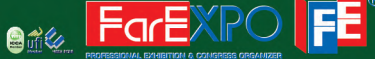
ОРГАНИЗАТОР МЕЖДУНАРОДНОГО ПАВИЛЬОНА:



ООО «Мессе Мюнхен Рус»

Messe München

ОРГАНИЗАТОР ВЫСТАВКИ:



radelexpo.ru

(812) 777-04-07



Контрольно-измерительные решения Keysight для испытаний автомобильной электроники

Keysight Technologies

«Умный» автомобиль с встроенными сетевыми возможностями уже не является футуристической концепцией. С появлением каждой новой модели ведущие автопроизводители предлагают всё более сложные системы безопасности и навигации, мультимедийные центры. Повышенное внимание к беспилотным проектам с автоматическим управлением стимулирует разработки в сфере безопасности, требующие высоконадёжных комплексов датчиков, которые помогут корректировать ошибочные действия водителя.

ВВЕДЕНИЕ

Применение передовых автомобильных технологий даёт огромные преимущества. Вместе с тем оно ставит перед разработчиками и производителями новые сложнее задачи. Благодаря своему более чем 80-летнему опыту и базе технических знаний в сферах проектирования и испытаний устройств, работающих в диапазоне высоких частот (ВЧ) и миллиметровых волн, а также систем беспроводной связи и высокоскоростных цифровых систем, компания Keysight Technologies, опираясь на международную команду экспертов по технологиям, предлагает широкий выбор передовых решений в рассматриваемых областях, начиная с ранних этапов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и заканчивая производством.

ТЕПЛОВОЙ АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ШУМОВ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ

Разработка и проверка электронного блока управления (ЭБУ) включает оценку шума источника питания (ИП), анализ распределения температуры и тепловой анализ моделей.

Измерение реальных шумовых сигналов, наложенных на выходной сигнал источника питания ЭБУ, проводится с помощью осциллографа Keysight серии S. Этот прибор обладает разрешением 10 разрядов и самым низким в отрасли уровнем собственных шумов. В комбинации с пробником шины питания он превращается в специализированное устройство для измерения шума источника питания, обеспечивая максимально возможное снижение уровня шума, простое изме-

рение составляющих шума на уровне нескольких мВ, возможность точного определения соответствия напряжения питания заданным параметрам, ширину полосы измеряемых частот до 2 ГГц. Пятиметровый кабель пробника позволяет легко измерять сигналы в различных точках внутри автомобиля.

Анализ распределения температур для любого устройства – от одной печатной платы до целого ЭБУ – выполняется посредством тепловизора TrueIR, который регистрирует изменения температуры в заданные промежутки времени по всей печатной плате в режиме сбора данных. Благодаря компактному корпусу этот прибор особенно удобен в использовании.

Тепловой анализ внутри SiP и других интегральных схем (ИС), установленных в ЭБУ, проводится за счёт программного обеспечения (ПО) HeatWave, разработанного для теплового анализа с высоким разрешением при проектировании. Повышение производительности ИС приводит к росту потребления ею электроэнергии, вызывая повышенное тепловыделение. Чем меньше габариты ИС, тем серьёзнее проблемы, связанные с отведением тепла, а ПО HeatWave позволяет изучить распределение температуры внутри ИС.

ПРОВЕРКА И ОЦЕНКА РАБОТЫ БОРТОВЫХ СЕТЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ

Современные автомобили оснащены бортовыми информационными сетями, такими как автомобильный Ethernet, CAN, CAN FD, SENT, LIN, FlexRay и MOST. Перед производителем стоит важная задача проверки надёжности сетей для оценки качества пере-

даваемых сигналов и устранения ошибок протокола.

С ростом компьютеризации автомобилей увеличивается и число установленных в них ЭБУ. Для обмена данными между ЭБУ, установленными в трансмиссии, кузове и коммуникационных системах, широко применяется шина CAN. Недавно автопроизводители начали использовать для этой цели шину CAN FD, а в коммуникационных системах – применять автомобильный Ethernet, обеспечивающий быстрый и стабильный обмен данными, например для расширенной системы помощи водителю ADAS.

Коммуникационные шины в транспортном средстве подвержены воздействию мощных помех. Чтобы обеспечить соответствие строгим стандартам, необходимо оценить качество сигналов используемых коммуникационных протоколов. Эта задача исключительно важна для высокоскоростных интерфейсов следующего поколения. Для тестирования работы бортовых сетей Keysight предлагает использовать осциллограф серии S со сверхмалошумящим 10-разрядным аналого-цифровым преобразователем (АЦП), что позволяет очень точно оценивать качество сигнала, поддерживая тестирование на соответствие коммуникационным стандартам, таким как BroadR Reach, Ethernet и MOST (см. рис. 1). Испытания запускаются одним щелчком мыши. Уникальная скорость обновления сигналов на экране – 1 млн осциллограмм/с – позволяет быстро обнаруживать редкие ошибки в сигналах. Прибор поддерживает новейший стандарт CAN FD.

Также предлагаются специализированные аппаратные средства для декодирования в режиме реального времени и запуска по сигналам шин CAN, FlexRay, LIN и SENT. Их характерные особенности: наглядное представление информации (файлы CAN-dbc загружаются в осциллограф для отображения декодированных данных) и интуитивно понятная функция запуска по зонам с выделением участка осциллограммы, что позволяет настраивать запуск все-

го за 3 с, чтобы изучить необходимые участки сигнала.

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ ЭБУ

Данный процесс включает проверку отдельных функций в ходе проектирования, интегрированное функциональное тестирование перед запуском производства и конечные заводские испытания продукции. Задача может решаться как с помощью самостоятельно собранной испытательной системы на основе контрольно-измерительных приборов Keysight, так и за счёт готового технического решения, специально предназначенного для указанной цели. Чтобы настроить оборудование на тестирование нового устройства, достаточно изменить программное обеспечение для автоматизации испытаний и тестовую оснастку.

КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АВТОМОБИЛЯХ

Испытания автомобильных кабельных линий – необходимый этап в ходе производства «умных» автомобилей, подразумевающий сокращение возможности отказов средств связи в процессе эксплуатации. В автомобилях используются следующие коммуникационные, в том числе беспроводные технологии: Ethernet, BroadR-Reach, CAN, LIN, FlexRay, MOST и LVDS.

Анализатор цепей Keysight E5071C серии ENA с опцией TDR обеспечивает простое и быстрое тестирование кабельных линий в автомобильных системах управления с помощью одного прибора. Устройство поддерживает различные коммуникационные стандарты и обеспечивает выполнение измерений во временной и частотной областях (см. рис. 2), поддержку испытаний на соответствие требованиям коммуникационных стандартов, а также поддержку многоканальных измерений при подключении к коммутатору.

Компактный портативный анализатор Keysight FieldFox массой 2,8 кг со встроенной батареей обеспечивает диагностику кабельных линий (см. рис. 3). Среди его характеристик: простое определение мест обрывов и коротких замыканий в кабельных линиях, превосходная стойкость к воздействию негативных факторов окружающей среды и ударам для эксплуатации вне помещений, возможность

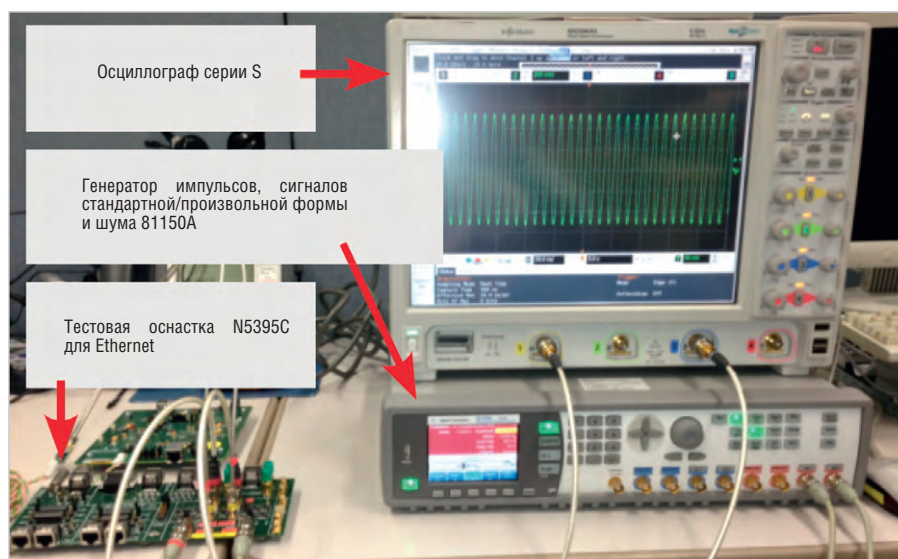


Рис. 1. Пример конфигурации измерительной системы для испытаний передатчика BroadR-Reach



Рис. 2. Одновременные измерения во временной и частотной областях

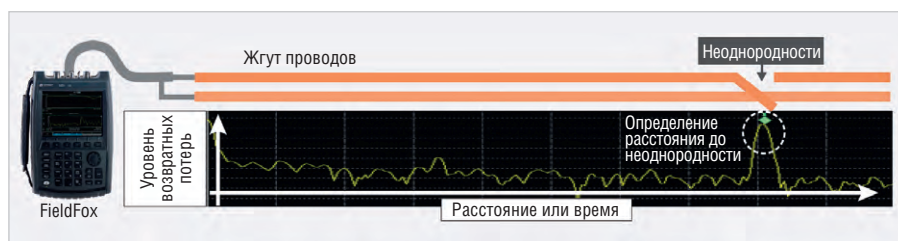


Рис. 3. Результаты диагностики кабельных линий с помощью портативного анализатора Keysight FieldFox

применения в качестве анализатора цепей и спектра, а также генератора сигналов.

Автопроизводители стремятся повысить безопасность и удобство пользования различными коммуникационными системами автомобиля. Однако решение таких задач в случае с электрической проводной связью затрудняется рядом ограничений с точки зрения скорости переда-

чи, надёжности, миниатюризации и энергосбережения. Указанные барьеры, как ожидается, будут преодолены с помощью оптических технологий. В соответствии с этим Keysight представляет оборудование для оценки параметров приёмопередатчиков и измерений характеристик оптических компонентов (волноводов), источников когерентного излучения, оптических приёмников и дру-

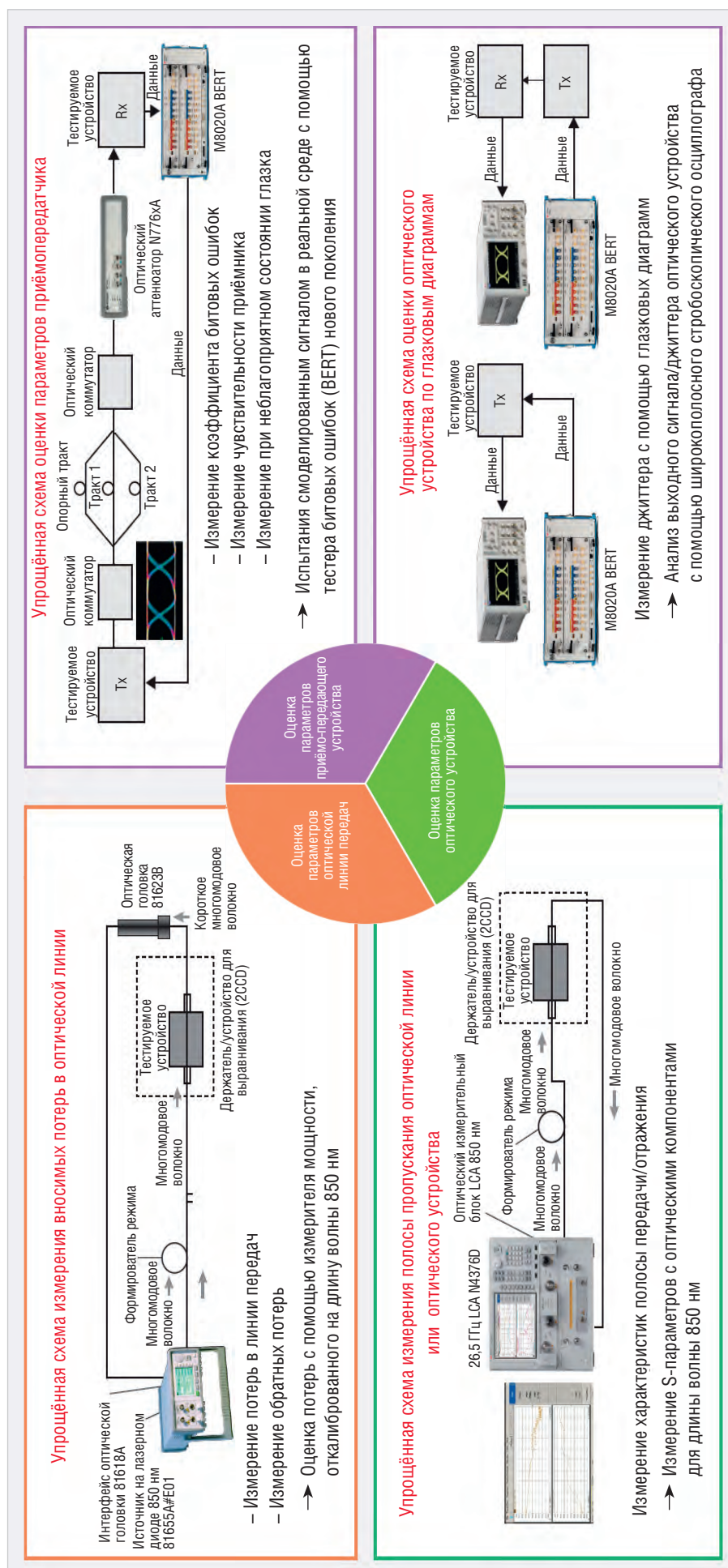


Рис. 4. Решения для оценки характеристик компонентов оптической связи в автомобиле

гих устройств связи внутри автомобиля (см. рис. 4).

Средства измерений для HDMI, MHL, USB и т.д., предлагаемые Keysight, оптимально подходят для изучения характеристик и испытаний аудио- и видеоаппаратуры, например встроенного навигатора, на соответствие требованиям стандартов. Автомобильные аудио- и видеоустройства используют высокоскоростные последовательные интерфейсы, изначально разработанные для домашней электроники. Они должны безотказно работать в автомобиле при сильных электрических помехах. Кроме того, предполагается, что к автомобильным системам могут подключаться бытовые устройства типа видекамер, т.е. необходимы тесты на совместимость.

Измерительные приборы Keysight позволяют просто и с большой гибкостью провести точные проверки характеристик современных высокоскоростных цифровых AV-интерфейсов и их соответствия требованиям стандартов. Тестирование можно проводить в условиях и с программным обеспечением, которые имеются в авторизованных испытательных центрах, поскольку те располагают идентичными средствами измерений.

Испытания приёмника HDMI и MHL в предельных режимах выполняют со значениями амплитуды, джиттера и фазового сдвига для наихудших условий. Генератор сигналов произвольной формы Keysight M8190A способен не только формировать сигналы с параметрами, указанными в стандартах, но и создавать произвольные сигналы с амплитудой и джиттером, вычисляемыми для каждого требуемого момента времени. Это позволяет гибко и эффективно оценивать предельные возможности приёмника.

Возрастание скорости передачи видеосигнала стало одной из причин повышения важности отладки системы. Увеличение разрешения изображений до 4K вызвало появление высокоскоростных AV-интерфейсов, рассчитанных на скорость 5 Гбит/с и более. Измерительное ПО для осциллографов Keysight Infiniium поможет провести испытания на соответствие требованиям действующих стандартов. Кроме того, в него встроен ряд функций, позволяющих легко определять причины, по которым испытываемое устройство не смогло пройти тест.



Рис. 5. Анализатор E5071C серии ENA с опцией TDR



Рис. 6. Аудиоанализатор U8903B

С помощью анализатора цепей серии ENA с опцией TDR (см. рис. 5) можно выполнить измерения методом рефлектометрии во временной области. Для HDMI 2.0 и MHL 1.x/2.x/3.x следует обязательно проверять импеданс указанным методом в реальных условиях эксплуатации устройства. Анализатор цепей Keysight E5071C с опцией TDR позволяет решать подобные задачи для приёмных и передающих цепей и интегральных схем интерфейсов HDMI, MHL, USB 3.0 и др.

Одновременное измерение частоты, переменного напряжения и нелинейных искажений с учётом шума в нескольких каналах для оценки работы автомобильной аудиосистемы и встроенного навигатора требует проверки баланса между громкоговорителями на разных каналах, число которых варьируется от 6 (система 5.1) до 16. Такой подход может повысить эффективность испытаний, особенно для сложных мультимедийных комплексов. Анализатор Keysight U8903B (см. рис. 6) способен обрабатывать до 8 каналов, выполняя несколько измерений одновременно.

Комплекс Keysight E6640A EXM для тестирования средств беспроводной связи (Bluetooth, 802.11ac, GSM, Galileo, 3GPP, LTE, 802.11p, GPS) позволяет проводить большое число тестов и поддерживает множество разновидностей радиосигналов сотовой (LTE/LTE-A, W-CDMA, GGE, C2K, 1xEV-DO, TD-SCDMA) и беспроводной связи малой дальности (802.11a/b/g/n/ac, BT 1.0-4.0, GNSS, Digital Video). Кроме того, предусмотрена функция тестирования приёмника и передатчика. Дружелюбный интерфейс пользователя, который удобно использовать при проектировании и на производстве, обеспечивает максимальную эффективность и производительность рассматриваемого комплекса.

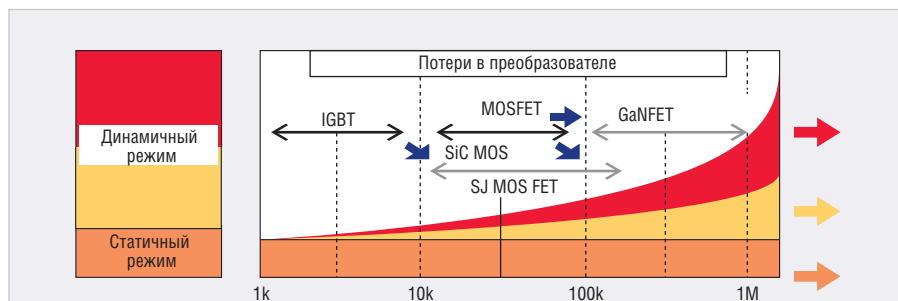


Рис. 7. Зависимость потерь мощности от частоты коммутации

Ассортимент продукции Keysight также включает решения для анализа сигналов, оптимизированные для разработчиков. Анализатор сигналов серии X позволяет измерить коэффициенты шума и фазового шума, а также проанализировать модуляцию и электромагнитные помехи. Он поддерживает множество разновидностей радиосигналов, обеспечивает измерение паразитных радиоизлучений в соответствии с законодательством о радиосвязи и имеет специальную функцию анализа помех в режиме реального времени Real Time SA.

СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Средства проектирования и тестирования автомобильной силовой электроники предназначены для анализа работы мощных и полупроводниковых приборов гибридных и электрических автомобилей. Одна из важных задач, стоящих перед производителями подобных транспортных средств, – снижение энергопотребления. Тестирование силовой электроники обеспечивает минимизацию процедур настройки и конфигурирования целого ряда полупроводниковых приборов с низкими потерями для повышения энергоэффективности; поддержку измерений сопротивления открытого канала и предельного напряжения, ёмкости и заряда затвора, необходимых для оценки потерь мощности; значи-

тельное повышение эффективности выбора устройств с помощью расчёта потерь мощности по результатам измерений (см. рис. 7). Испытания в реальном для автомобильного оборудования диапазоне температур (–50...+250°C) значительно повышают их эффективность и сокращают вероятность отзыва продукции. Они позволяют выявить устройства с недопустимым ухудшением характеристик при повышении температуры.

Тестирование набирающих популярность интеллектуальных модулей питания (IPM) токами до 1500 А позволяет решить задачи по оценке реализованных в IPM функций обнаружения сверхтока и измерения температуры, точной оценке каждой функции с помощью тока большой силы без использования специального измерительного прибора, одновременно измерению тока и напряжения на нескольких выводах IPM, анализу показаний датчиков тока, температуры и т.д. при токе до 1500 А.

При проектировании инверторных преобразователей очень сложно разработать идеальную топологию, поскольку ради повышения эффективности и миниатюризации приходится значительно увеличивать частоту преобразования. В результате возникают проблемы, характерные для высокочастотных схем, например связанные с помехами и паразитными связями. Примене-

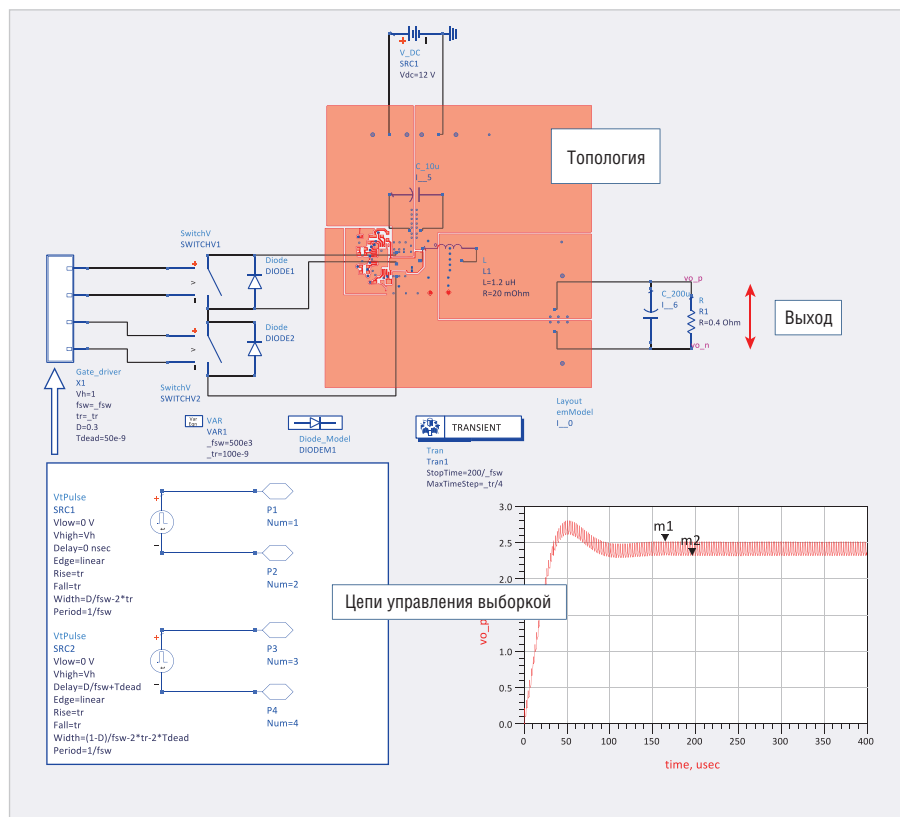


Рис. 8. Интерфейс САПР Advanced Design System (ADS)

ние новых транзисторов на основе SiC или GaN требует дальнейшего повышения точности проектирования. В этих целях специалистами Keysight создана система автоматизированного проектирования (САПР) Advanced Design System (ADS), которая выполняет схемотехническое и топологическое моделирование инверторных преобразователей в интегрированной среде, представляя точные результаты анализа цепей и электромагнитного излучения (см. рис. 8).

Для тестирования заряда и разряда элементов питания требуется сложная система, состоящая из ИП, электронной нагрузки, коммутатора и т.д. Ту же задачу можно решить с помощью одного прибора – Keysight серии N7900 (см. рис. 9), который предназначен для простого и точного тестирования аккумуляторных батарей гибридных автомобилей и электромобилей, проверки заряда и разряда элементов питания, измерения внутреннего сопротивления, а также простой имитации выходного сигнала. Он состоит из высокоточных быстродействующих двухквадрантных ИП, обеспечивающих подачу и потребление тока, имеет встроенные измерительные приборы, т.е. не требует внешнего цифрового мультиметра, а простота подключения и компактность устрой-

ства облегчают его техническое обслуживание.

ИП постоянного тока Keysight серии N7900 полностью отвечает требованиям к точности измерений, предоставляя возможности точного захвата сигналов напряжения и тока с разрешением 18 разрядов, передачи результатов измерений на персональный компьютер, простой имитации ухудшения состояния элементов питания с помощью функции регулировки выходного сопротивления. Например, внутреннее сопротивление батарей составляет 300 мОм. Ввод этого значения в память источника питания N7900 приводит к снижению выходного напряжения до уровня, соответствующего внутреннему сопротивлению 300 мОм реальной батареи.

Радары и антенны систем предотвращения столкновений

Применение радарных технологий в автомобилестроении помогает водителям избежать потенциальных рисков столкновения с другими транспортными средствами, пешеходами, объектами на дорогах и делает возможным использование беспилотных автомобилей. Основные области применения автомобильных радаров: усовершенствованная система экстренного торможения, отслеживание «мёртвых зон»,

помощь при перестроении из полосы в полосу, адаптивный круиз-контроль, управление парковочным ассистентом, предупреждение о поперечном движении спереди и сзади, обработка резких торможений и др. Компания Keysight предлагает различные решения для разработки и испытаний автомобильных радаров, от САПР до инструментов формирования и анализа сигналов.

При разработке передатчика широкополосного радара миллиметрового диапазона с высокой разрешающей способностью и большим углом обзора большую роль играет анализ тракта распространения радиоволн. Созданные специалистами Keysight САПР SystemVue и EMPro позволяют анализировать всю систему, включая обнаружение различных нарушений в тракте распространения радиоволн. Перед прототипированием проверяются также модели антенн, используемых для передачи и приёма, на основе очень близких к реальности результатов анализа в САПР EMPro. Связав среду моделирования с измерительными приборами, можно выполнить анализ всей системы, включая прототип (см. рис. 10).

При проектировании ИС и электронных модулей для автомобильных радаров миллиметрового диапазона важно учитывать характеристики соединений. Для понимания их влияния на топологию необходим анализ электромагнитного излучения, для чего применяются САПР ADS и Golden Gate от компании Keysight, обеспечивающие высокую точность получаемых результатов.

Точность моделирования определяется используемой моделью. Для проектирования цепей миллиметрового диапазона требуется подготовить модель SPICE, которая поддерживает столь высокие частоты. Для этого используются САПР Keysight, обеспечивающие экстракцию и проверку модели SPICE миллиметрового диапазона, что гарантирует высокоточное моделирование.

Измерительные решения Keysight для высокочастотных сигналов (24, 77 и 79 ГГц) помогают решить множество задач и обеспечить оптимизацию мощности передачи и приёма радара, анализ спектров сигналов миллиметрового диапазона для оценки гармоник и других паразитных излучений в соответствии с требованиями законодательства в области радиосвязи, улучшение



Рис. 9. Источник питания постоянного тока Keysight серии N7900



Рис. 11. Анализатор источников сигналов E5052B

разрешающей способности по расстоянию, измерение в сетях миллиметрового диапазона с увеличенным циклом калибровки и высокой температурной стабильностью, а также захватом потерь и фазы каждого элемента фазированной антенной решётки; проверку затухания сигнала и степени изменения угла во время передачи сигнала радара.

Ассортимент продукции Keysight включает комплексное сверхширокополосное решение для оценки широкой гаммы устройств, в том числе передатчики, приёмники и соответствующие компоненты. Так, генераторы сигналов N5191/93A обладают полосой воспроизводимых частот более 4 ГГц, что гарантирует превосходное качество сигналов как общего назначения, так и комплексных. При этом обеспечивается простой вывод сверхширокополосных сигналов через разъёмы на передней панели.

Генератор сигналов произвольной формы M8190A с полосой пропускания более 4 ГГц поддерживает многоканальность и частотную фильтрацию для импульсных радаров, комбинируется с настраиваемым преобразователем, обеспечивает гибкое наложение преднамеренных искажений и т.д.

Анализатор для приёма сигналов N9040B серии UXA позволяет оценить

линейность радара непрерывного излучения, качество импульсного сигнала и др. Устройство поддерживает полосу частот до 510 МГц, работает как свипирующий анализатор спектра и оптимально подходит для измерений занимаемой полосы частот и паразитных излучений.

Анализатор источников сигналов E5052B (см. рис. 11) с поддержкой полосы до 3,6 ГГц работает как сверхчувствительный измеритель фазового шума и оптимально подходит для оценки стабильности генераторов миллиметрового диапазона.

Осциллографы серии 9000 демонстрируют лучшие в отрасли характеристики, обладают низким уровнем собственных шумов, поддержкой многоканальности и полосы частот шириной более 4 ГГц.

Под маркой Keysight также выпускаются повышающие и понижающие преобразователи для миллиметрового диапазона: E8257DV10 – модуль расширения диапазона частот генератора сигналов миллиметрового диапазона до 75–110 ГГц (также доступен модуль расширения до 1,1 ТГц); интеллектуальный смеситель M1970E, обеспечивающий расширение диапазона измеряемых частот анализатора сигналов серии UXA до 60–90 ГГц (также доступен модуль до 110 ГГц).



Рис. 10. Анализ тракта распространения радиоволн с помощью САПР SystemVue и EMPPro



Рис. 12. Приёмник электромагнитных помех N9038A MXE

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ТЕСТИРОВАНИЕ АНТЕНН

При проектировании антенн необходим анализ электромагнитного излучения. Его удобно выполнять с помощью САПР EMPPro от компании Keysight: система позволяет оценивать характеристики не только отдельных антенн, но и установленных на транспортных средствах. Можно также провести общую оценку приёмо-передающих систем, включая характеристики распространения радиоволн от антенн. Данные из САПР EMPPro позволяют проанализировать приёмо-передающие системы для таких приложений, как связь между автомобилями и внутренняя беспроводная связь в транспортном средстве.

Оценка обратных потерь независимых антенных блоков применяется для изучения характеристик приёма этих блоков. Для простого и эффективного решения данной задачи используются настольные и портативные анализаторы цепей.

Оценка электромагнитных помех и шума выполняется с помощью приёмника N9038A серии MXE (см. рис. 12) для сертификационных испытаний. Прибор полностью соответствует требованиям CISPR 16-1-1:2014 (ред. 3.2), обеспечивает возможность измерений согласно нормам, прописан-

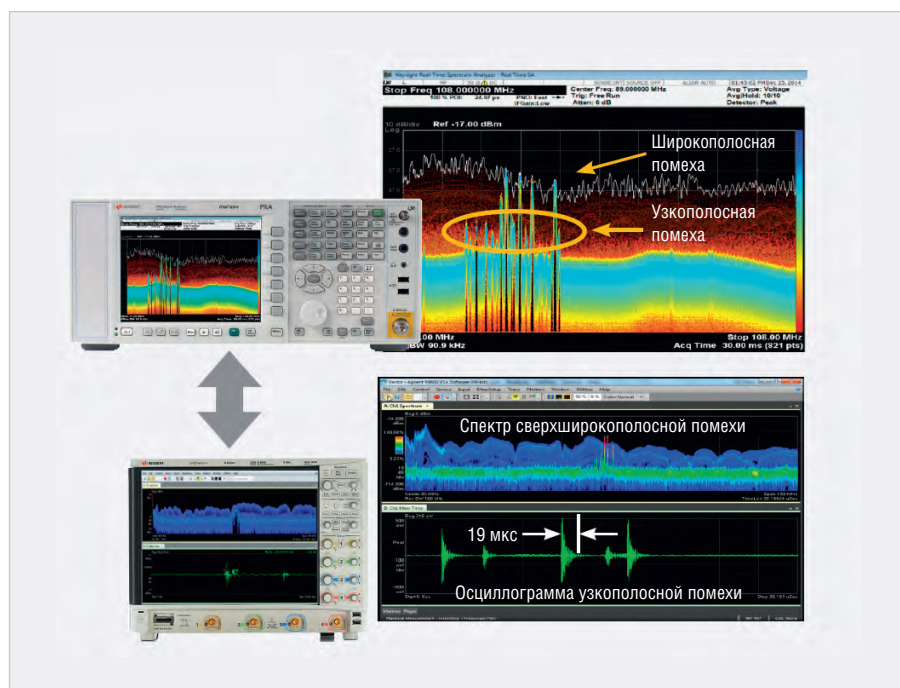


Рис. 13. Захват и анализ сигнала помехи (сверхширокополосного шума) в частотной и временной областях с помощью осциллографа Keysight серии S/900

ным в CISPR 12/25 для транспортных средств и их оборудования, позволяет не только сканировать частотный диапазон, но и выполнять высокоскоростные измерения во временной области. Кроме того, устройство способно отображать осциллограммы сигналов с выходов пикового, квазипикового и усредняющего детекторов для более глубокой оценки шумовых характеристик и определения постоянной времени.

Оценка непериодических и широкополосных помех выполняется на основе анализатора сигналов N9040B/30A/20A серии X. Функция анализа в режиме реального времени позволяет легко наблюдать случайные, непериодические и чрезвычайно прерывистые шумы, существующие параллельно с широкополосным и узкополосным шумом, который довольно сложно обнаружить с помощью традиционных средств отображения спектра. Для обнаружения сверхширокополосного шума лучше всего подходят осциллографы, например Keysight серии S/9000, которые записывают захваченный сигнал помехи (для этого требуется программное обеспечение векторного анализа сигналов 89600B) и выполняют анализ в частотной и временной областях (см. рис. 13). Использование осциллографа в сочетании с запуском по частотной маске, применяемом в анализаторе спектра реального времени, позволяет анализировать слу-

чайные и непериодические помехи (записывать можно только шум, появляющийся в пределах диапазона, определённого маской; аппаратный запуск осциллографа осуществляется анализатором спектра реального времени).

Эксплуатационные испытания и тестирование оборудования автомобиля

В процессе тестирования прототипов и серийных автомобилей можно воспользоваться ВЧ-анализатором спектра и анализатором цепей для изучения шумов, оценки импеданса кабельных линий и определения мест обрывов и коротких замыканий. Портативные приборы Keysight удобны в переноске, могут управляться дистанционно с планшета и работают на одном заряде батареи в течение 3 ч. Корпус устройства имеет степень защиты IP53 и непроницаем для пыли и капель воды, а благодаря резиновым вставкам его трудно повредить даже при ударе.

Оценка тепловых характеристик и обнаружение горячих участков производятся с помощью инфракрасной термографии. Это идеальный способ выполнения диагностики, гарантирующий регистрацию распределения тепла в двух измерениях и не пропускающий ни одного горячего участка плат ЭБУ, силовых компонентов, а также двигателя, тормозов и колёс, в том числе при эксплуатационных испыта-

ниях. Эргономичные, удобные в переноске, прочные и компактные приборы позволяют легко находить узлы и детали с аномалиями.

Измерение сопротивления изоляции при техническом обслуживании электродвигателей и двигателей внутреннего сгорания необходимо проводить с заданной периодичностью по соображениям безопасности. Такие тесты удобно выполнять с помощью измерителя сопротивления изоляции U1461A. Его прочный корпус имеет степень защиты IP67, обладает стойкостью к воздействию загрязнённой среды, содержащей масла, пыль и влагу. Подаваемое напряжение составляет до 1000 В, включая диапазон 500 В, при этом благодаря компактным размерам прибор удобен для переноски и использования в ограниченном пространстве.

При тестировании автомобильного двигателя необходимо одновременно отслеживать множество параметров, таких как температура, давление масла, расход топлива, обороты двигателя и т.д. Гибкую и точную регистрацию измерений обеспечит multifunctional устройство 34980A со встроенным цифровым мультиметром. Оно также способно принимать данные о температуре от множества датчиков.

Заключение

Наличие нужного испытательного решения – лишь первый шаг. Инженеры-разработчики полагаются на воспроизводимость результатов измерений, выполняемых различными рабочими группами, для исключения расхождений, которые могут повлиять на длительность цикла разработки, сроки вывода новых продуктов на рынок и требуемый бюджет. Производственные отделы стремятся выполнять планы по производству устройств, но неточные измерения могут повлиять на выход готовых изделий и, в конечном итоге, на качество продукции. Современные контрольно-измерительные решения Keysight помогают проводить верификацию автомобильной электроники ещё на этапе проектирования опытных образцов. Компания стремится к тому, чтобы испытательное оборудование никогда не создавало препятствий при разработках инновационных продуктов в автомобилестроении, направленных прежде всего на то, чтобы любая поездка стала максимально безопасной и удобной для каждого водителя и пассажира.



АТТЕСТАЦИЯ испытательного оборудования

ПО ГОСТ Р 8.568, ГОСТ РВ 0008-002



Головной организацией по проблеме метрологического обеспечения обороны ФГУП ВНИИФТРИ был **РАСШИРЕН ПЕРЕЧЕНЬ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ, АТТЕСТАЦИЮ КОТОРОГО ИМЕЕТ ПРАВО ОСУЩЕСТВЛЯТЬ АО «ТЕСТПРИБОР»:**

- безэховые экранированные камеры
- климатические камеры (термогигрокамеры)
- камеры повышенного давления
- камеры пониженного атмосферного давления
- стенды вибрационные
- стенды ударные
- центрифуги
- камеры статической и динамической пыли
- камеры соляного тумана
- испытательное оборудование (комплексы) для испытаний на воздействие электрических и радиотехнических величин
- испытательное оборудование (комплексы) для воспроизведения электростатических разрядов
- специальное испытательное оборудование, испытательные комплексы

На основании экспертного заключения № 10.001-2017 АО «ТЕСТПРИБОР» предлагает услуги по проведению аттестации испытательного оборудования:

- Первичная, периодическая и повторная аттестация испытательного оборудования
- Разработка и согласование программ и методик аттестации испытательного оборудования
- Метрологическая экспертиза программ и методик аттестации с выдачей заключения по ее результатам

ТЕСТПРИБОР

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

Анализ джиттера в высокоскоростных цифровых устройствах на примере опции R&S RTO-K12

Часть 1

Николай Лемешко (nlem83@mail.ru),
Павел Струнин (Pavel.Strunin@rohde-schwarz.com)

Джиттер является одним из основных факторов, ограничивающих быстродействие современных цифровых устройств. В первой части статьи рассматриваются причины его возникновения, классификация его составляющих, основные подходы к их снижению и типовые последствия проявления данного процесса в работе цифровых устройств.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время цифровые устройства (ЦУ) являются основным классом разрабатываемых электронных технических средств. Для них характерны применение хорошо отлаженных способов проектирования и возможность реализации очень широкого спектра функций. Дополнительным и не менее значимым преимуществом ЦУ является высокая защищённость цифровых сигналов от радиопомех, достигаемая за счёт пороговой обработки [1].

Несмотря на широкую номенклатуру разрабатываемых ЦУ, можно выделить типовые функции их основных узлов, к которым следует отнести создание, хранение, передачу и обработку информации. Данные функции реализуются с использованием современной элементной базы и специального программного обеспечения для управления аппаратными средствами цифровых устройств. Однако возможности ЦУ не являются безграничными – их производительность во многом определяется разрядностью и тактовой частотой. Следует признать, что оба этих фактора к настоящему времени стали ограничительными: кратное повышение разрядности приводит к чрезмерному усложнению топологии печатных узлов ЦУ и к снижению их надёжности, а предельная тактовая частота ограничена возможностями компонентной базы. К настоящему времени классическая технология производства микроэлектронной компонентной базы фактически подошла к физическому пределу [2], именно поэтому предельные рабочие частоты ЦУ не растут так быстро, как 10 лет назад.

Вместе с тем для создания высокоскоростных ЦУ предельная тактовая частота имеет первоочередное значение. С повышением частоты тактирования всё большую роль начинают играть ранее малозначимые процессы, как в интегральных компонентах, так и на уровне печатного узла. Одним из проявлений таких процессов является джиттер [3] – «дрожание» фронтов и спадов в цифровых сигналах, т.е. непостоянство интервалов, приходящихся на передачу единичного бита. Согласно определению [4], джиттер проявляется в вариациях по времени расположения фронтов и спадов сигнала относительно некоторого идеального положения.

В быстродействующих ЦУ форма сигнала близка к трапецевидной и переходные процессы занимают значительную часть битового интервала. Согласно действующим представлениям, надёжный захват цифрового сигнала ещё обеспечивается, если длительность фронта (спада) в цифровом сигнале составляет не более 25% битового интервала. Наличие джиттера приводит к «размыванию» расположения фронтов и спадов по времени, что эквивалентно увеличению их длительности и ведёт к снижению допустимой тактовой частоты. В этом и состоит влияние джиттера на предельное быстродействие.

Считается, что если суммарный джиттер занимает более 15% битового интервала, то цифровой сигнал деградирует настолько, что ЦУ будет не способно выполнять свои функции из-за большого количества битовых ошибок [4]. Если речь идёт о широко применяемых сегодня дифференциальных парах, то

допустимый уровень джиттера снижается практически вдвое. Связанные с джиттером проблемы не проявляются разве что в случае узкого класса элементов ЦУ, работающих в асинхронном режиме (триггеры, блоки автоматики и т.п.), для которых допускается варьирование длительности фронтов, спадов и битового интервала в широких пределах, но такие элементы обычно не работают на высоких частотах.

Практика проектирования высокоскоростных ЦУ однозначно свидетельствует о том, что достижение не только предельных, но и плановых показателей быстродействия возможно только при оптимизации формирования, передачи и обработки цифровых сигналов, и в это понятие, несомненно, следует вкладывать и минимизацию джиттера. По этой причине важно понимать природу возникновения джиттера в цифровых сигналах, а также уметь оценивать его уровень с использованием современных средств измерений.

ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДЖИТТЕРА И ЕГО ТИПИЧНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ В ЦУ

Причины возникновения джиттера, а также влияющие на его характеристики факторы должны рассматриваться в контексте функционирования печатных узлов, реализующих схемы ЦУ. Необходимо учесть, что линии передачи цифровых сигналов работают в условиях паразитного взаимодействия друг с другом, а источники цифровых сигналов – в условиях непостоянства внешних воздействующих факторов.

В настоящее время принято считать, что джиттер имеет детерминированные и случайные компоненты [4]. Детерминированная составляющая определяется системными источниками, такими как перекрёстные и межсимвольные помехи, а также колебаниями напряжения электропитания. Она всегда ограничена и может быть охарактеризована пиковым значением для заданной топологии и конфигурации цифрового узла.

Случайная составляющая джиттера определяется такими физическими процессами, как дробовой шум, тепловые колебания атомов и фликер, который описывает колебания токов и напряжений, вызванных нежелательными воздействиями со стороны любых посторонних по отношению к интегральным компонентам и линиям передачи факторов (кроме тех, которые определяют детерминированный джиттер). Случайный джиттер может быть описан нормальным законом распределения, и его невозможно прогнозировать.

Детерминированный джиттер (ДД) может быть учтён при тщательном поиске его причин и точной оценке его характеристик. Для упрощения решения этой задачи введена следующая классификация источников детерминированного джиттера (см. рис. 1): ДД включает в себя периодический, датазависимый джиттер, а также компоненту, вызванную перекрёстными помехами. При этом в уровень датазависимого джиттера вносят вклад искажения длительности цикла передачи бит (битового интервала) и межсимвольные искажения.

Искажение длительности цикла является результатом любых изменений в значении времени, отведённого для логических состояний в переменной последовательности бит. Это может быть следствием как варьирования длительности фронтов и спадов, так и изменения порогов смены логического состояния. Межсимвольные искажения определяются влиянием на временное положение фронтов и спадов ранее переданных бит. Таким образом, искажения длительности фронта и межсимвольные искажения являются функциями истории передачи и обработки предыдущих бит. Ввиду того что датазависимая компонента вносит значительный вклад в суммарный джиттер, её составляющие следует рассмотреть несколько подробнее.

Искажение длительности цикла имеет две основные причины. Первая из них состоит в смещении порога переключения передатчика, например выходного буфера микросхемы, от его идеального уровня. Пунктирная линия на рисунке 2 показывает идеальное значение порогового уровня, равное 50% от размаха напряжения, что соответствует одинаковой длительности передачи нулевых и единичных бит. Штрихпунктирная линия соответствует положительному сдвигу порога переключения, в результате чего длительность цикла при передаче единичных бит становится мень-

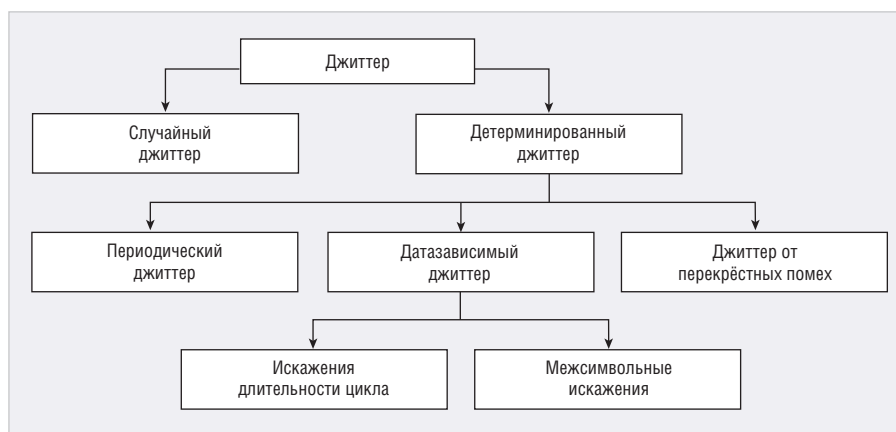


Рис. 1. Классификация компонентов джиттера

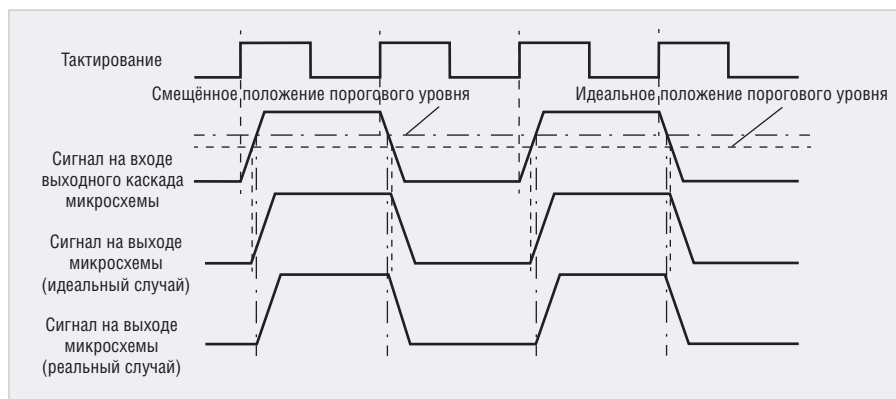


Рис. 2. Влияние порога переключения на изменение битового интервала

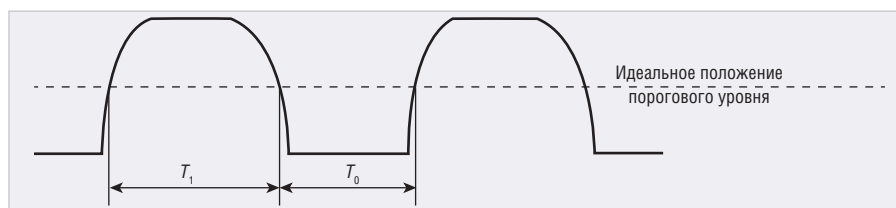


Рис. 3. Асимметрия фронтов и спадов в цифровом сигнале

ше, чем при передаче нулевых бит, как это показано на рисунке. При этом само значение порогового уровня не является постоянным: оно зависит в первую очередь от постоянства напряжения электропитания и температуры [5]. В свою очередь, стабильность, или, как сейчас принято говорить, целостность напряжения электропитания, зависит от предпринятых мер по локализации сквозных токов, протекающих в выходных каскадах интегральных компонентов, и от параметров топологии печатного узла, т.е. от индуктивности и ёмкости монтажа. Этот пример показывает, в чём состоит сложность расчётного способа оценки детерминированного джиттера: модель получается слишком сложной, для её построения обычно недостаточно исходных данных, и потому она не обладает необходимой точностью.

Ещё одной причиной искажения длительности цикла является асимметрия фронтов и спадов цифровых сигналов. Трапециевидная форма сигналов, показанная на рисунке 2, соответствует идеальному случаю, а фронты и спады часто имеют экспоненциальную форму. Если скорость спада меньше, чем скорость нарастания фронта, то длительность передачи логической единицы будет больше, чем для логического нуля. На рисунке 3, иллюстрирующей такую ситуацию, T_0 и T_1 – длительности битовых интервалов для логического нуля и единицы соответственно.

Введённое ранее понятие длительности цикла относится к последовательной передаче единичного и нулевого бита и имеет одноимённую характеристику, показывающую, какую долю времени занимает передача единичного бита. В представленном на рисунке 2

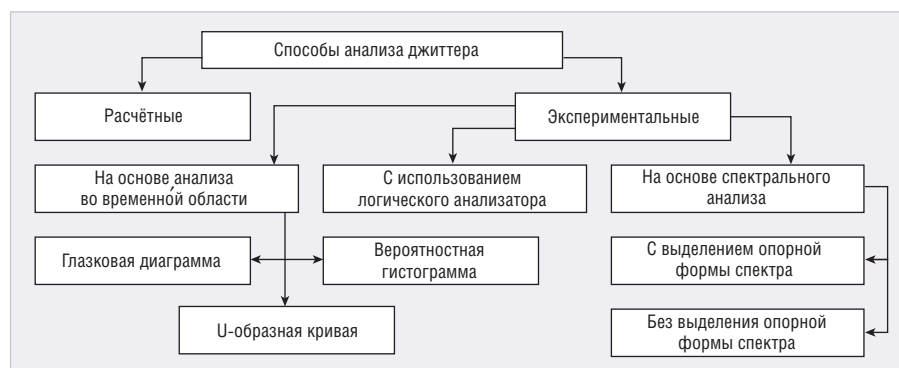


Рис. 4. Классификация способов анализа джиттера

примере длительность цикла составляет менее 50%, а на рисунке 3 – более 50% ($T_1/T_0 > 1$).

Особую роль в формировании датазависимого джиттера в виде межсимвольных искажений играет дисперсия, проявляющаяся в частотной зависимости скорости распространения сигналов в линиях передачи. В быстродействующих ЦУ используются сигналы со спектром, который простирается до частот порядка 10 ГГц и выше [4], и он при передаче случайной битовой последовательности является нестационарным. В ходе передачи сигнала линия не только задерживает его, но и вносит амплитудно-фазовые искажения, проявляющиеся, в том числе, в потерях, по сути, работая по принципу фильтра нижних частот. Способность линий передачи запасать энергию в магнитном и электрическом полях также благоприятствует проявлению датазависимого джиттера. Большие потери в линиях передачи усиливают любые виды джиттера.

Эффекты, аналогичные ограничению полосы пропускания, проявляются и при существенной неоднородности волнового сопротивления вдоль линии распространения сигналов. Для электрически коротких линий в основном наблюдается скругление фронтов и спадов сигнала с непостоянной задержкой, а для длинных линий переходные процессы приобретают ступенчатый характер [3].

Уровень межсимвольных искажений зависит от длины и содержания битовой последовательности. При прочих равных условиях более высокий джиттер имеют более длинные битовые последовательности, а также те, которые характеризуются большим количеством фронтов и спадов.

Периодический джиттер, как правило, имеет постоянную частоту и амплитуду. Он определяется повторяющимися эффектами, не коррелирующими с потоком данных, в основном – регу-

лярными коммутационными помехами по цепям электропитания. Джиттер, вызванный перекрёстными помехами, определяется случайным состоянием линий передачи цифровых сигналов, находящихся в нежелательном индуктивно-ёмкостном взаимодействии между собой. Если процесс индуцирования помехонесущего тока имеет сходную с фронтом или спадом направленность, то длительность переходного процесса будет снижаться, и наоборот. Практика проектирования ЦУ показала, что отклонение фронтов и спадов, вызванное перекрёстными помехами, может достигать $\pm 0,2$ нс, что составляет до 15% значения характерной для типовых линий печатного монтажа задержки. Переход к технологиям производства печатных узлов с более плотной топологией в целом способствует усилению такого нежелательного взаимодействия.

Наличие повышенного джиттера в цифровых сигналах, помимо ограничения предельных рабочих частот, приводит к следующим типичным проблемам:

- неработоспособность высокоскоростных ЦУ из-за постоянных ошибок в захвате логического состояния;
- нарушение тактирования в устройствах с жёсткими требованиями по синхронизации;
- появление нерегулярных сигнальных аномалий, появляющихся в силу особого сочетания передаваемых бит и вызывающих нестабильное функционирование ЦУ;
- повышение системной задержки и снижение быстродействия.

Влияние джиттера на функционирование некоторых ЦУ может быть критическим, поэтому следует предпринимать меры по его снижению. К ним относятся повышение стабильности питающих напряжений, снижение уровня перекрёстных помех, устранение рассогласований в линиях передачи, комплексное обеспечение тайминга

ЦУ. К технологическим мерам относятся снижение проектных норм микроэлектронных компонентов, симметрирование плеч выходных каскадов микросхем, достижение минимальных отличий характеристик элементарных вентилях и их стабильности [6]. Одной из возможных мер, как это показано далее, является повышение напряжения электропитания.

Следует, однако, отметить, что иногда джиттер может оказаться полезным. В таких интерфейсах, как PCI и ATA, его намеренно увеличивают вплоть до допустимого предела, чтобы снизить уровень помехоэмиссии. Поскольку джиттер меняет продолжительность битовых интервалов, одновременно изменяется положение минимумов и максимумов спектральной плотности по частоте. Наличие джиттера приводит к снижению средних значений эмиссии излучаемых помех.

Ограничение джиттера на уровне, приемлемом для выбранного класса компонентной базы, является одним из условий надёжной работы ЦУ, и поэтому на практике широко применяют различные способы приборного контроля характеристик джиттера.

Методы оценки показателей джиттера

Методы оценки показателей джиттера можно разделить на расчётные и экспериментальные (см. рис. 4), а последние, в свою очередь, – на методы логического анализа и измерительные методы в частотной и временной областях.

Как отмечалось ранее, проблема джиттера и причины его появления настолько многогранны, что при нынешних научно-технических возможностях построить модель его формирования, обладающую достаточной для решения инженерных задач точностью, не представляется возможным. Вместе с тем при моделировании ЦУ на поведенческом и схемном уровне в обязательном порядке рассматривают вопросы тайминга, включающие в себя оценку задержки и временной асимметрии цифровых сигналов при групповой обработке [3, 4]. При использовании расчётных методов джиттер обычно характеризуется минимальным и максимальным показателями, а также дисперсией. Использование традиционных математических моделей схем ЦУ [7], учитывающих факторы, определяющие детерминированный джиттер, позволяет оценить его уровень и предпринять корректировку топологии печатных узлов для его снижения,

однако не даёт возможности рассчитать случайные составляющие джиттера. Аналогичные оценочные расчёты могут быть сделаны для периодического джиттера. Таким образом, основная ценность расчётной оценки джиттера состоит не в определении его реального уровня, а в выработке действенных мер по его снижению.

Спектральный метод анализа джиттера может реализовываться как с выделением опорной формы спектрограммы, так и без него. Для получения опорной формы сигнала выполняется усреднение по ряду спектрограмм, для чего удобно использовать приборы реального времени. На основе результатов сравнения опорной формы спектрограммы с текущей реализацией формируется разностная функция, для которой используется быстрое преобразование Фурье. При таком подходе оказывается возможным выделить некоторые закономерности в формировании джиттера, например его периодичность. Для реализации подобных измерений необходимо специальное программное обеспечение.

Второй вариант анализа джиттера на основе представления сигналов в частотной области основан на классическом спектральном анализе с полосой разрешения от 1 Гц и менее с режимом удержания минимума. О величине джиттера судят по ширине области минимума между первым и вторым лепестками спектрограммы. Если она лежит в интервале частот $f_1 \dots f_2$, то битовый интервал меняется в пределах значений $1/f_2 \dots 1/f_1$, что в некотором приближении и характеризует джиттер. Общими недостатками спектральных методов являются их высокая погрешность и недостаточная информативность, т.к. по получаемым результатам трудно судить о степени соответствия сигналов нормам обеспечения их целостности.

Некоторые характеристики джиттера можно получить с использованием логического анализатора, например разброс значений битового интервала для логических нулей и единиц при заданном значении порогового уровня. Логические анализаторы удобно использовать при анализе джиттера, вызванного перекрёстными помехами, сопоставляя по времени формальное представление цифровых сигналов в исследуемой и соседних линиях.

На анализе во временной области базируются особые способы представления информации о цифровых сигналах, которые позволяют измерять

типичные характеристики джиттера. Ими являются глазковая диаграмма (ГД), вероятностная гистограмма и U-образная кривая. Глазковая диаграмма – это суммарный вид ряда битовых периодов измеряемого сигнала, наложенных друг на друга. Если в середине ГД расстояние между максимумом и минимумом достаточно велико, то возникновение битовой ошибки маловероятно. С помощью ГД могут быть измерены качественные и количественные параметры джиттера. Так, например, множество отдельных фронтов и спадов говорит о датазависимом джиттере.

Для построения ГД обычно не требуется использование дополнительных сигналов синхронизации, поскольку в средства измерения уже заложен специальный алгоритм восстановления тактовой частоты. Минимальными требованиями к осциллографу являются высокое качество синхронизации и наличие послесвечения экрана. Однако для получения численных характеристик джиттера удобнее использовать функцию автоматических измерений.

Если положение фронтов и спадов варьируется значительно, то определить временную протяженность битового интервала бывает затруднительно. Решить эту задачу с приемлемой точностью позволяют измерения на основе вероятностной гистограммы. Она характеризует плотность вероятности расположения фронта или спада в выбранном месте развёртки. Гистограммы используются для углублённого анализа при поиске неисправностей в ЦУ и при необходимости могут быть соотнесены с режимами работы линий передачи для последующей корректировки топологии печатного узла. Например, если функция плотности вероятности имеет два максимума, то это означает наличие двух конкурирующих пар фронтов и спадов и свидетельствует о детерминированном джиттере. Гистограммы являются одним из самых действенных способов оценки эффективности мер по снижению джиттера.

U-образная кривая представляет собой график зависимости частоты ошибок по битам от положения пробной точки на протяжении битового интервала. Обычно она имеет симметричную форму. Вблизи краёв ГД вероятность ошибок максимальна и сравнительно постоянна, и это обычно объясняют случайным джиттером. Если U-образная кривая имеет выбросы, то это свидетельствует о детерминирован-

ном джиттере. При перемещении точки анализа к середине битового интервала вероятность битовой ошибки резко снижается. Данный метод позволяет разделять джиттер по природе его возникновения. По U-образной кривой определяют границы безошибочной передачи данных, а также запас устойчивости по джиттеру. Спадающая часть U-образной кривой обычно по форме соответствует функции нормального распределения, и по ней можно оценить статистические параметры случайного джиттера.

Как следует из изложенного, наиболее наглядным и информативным является анализ джиттера на основе представления цифровых сигналов во временной области. Данный метод обладает понятной физической интерпретацией. Поскольку анализ джиттера является одной из самых актуальных задач отладки высокоскоростных ЦУ, то для этого существуют специальные программные опции, работающие с аппаратными платформами современных осциллографов. Примером таких расширений является опция анализа джиттера R&S RTO-K12, обеспечивающая измерения его характеристик в автоматическом режиме в соответствии с настройками пользователя.

Во второй части статьи будут описаны функциональные возможности и особенности опции R&S RTO-K12, а также рассмотрены конкретные примеры анализа джиттера с применением данной опции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Новожиллов О.П. Основы цифровой техники. – М.: Радиософт, 2004. – 528 с.
2. Эннс В.И., Кобзев Ю.М. Проектирование КМОП-микросхем. Краткий справочник разработчика. 2-е изд. – М.: Горячая линия-Телеком, 2015. – 454 с.
3. Кечиев Л.Н. Проектирование печатных плат для цифровой быстродействующей аппаратуры. – М.: Группа ИДТ, 2007. – 616 с.
4. Кечиев Л.Н. Печатные платы и узлы гигабитной электроники. – М.: Грифон, 2017. – 424 с.
5. Лемешко Н.В., Кечиев Л.Н., Захарова С.С. IBIS-модели и их применение в задачах ЭМС. – М.: Грифон, 2016. – 192 с.
6. Коледов Л.А. Технология и конструкция микросхем, микропроцессоров и микросборок. – М.: Лань, 2007. – 400 с.
7. Алексеев О.В., Головкин А.А., Пивоваров И.Ю. и др. Автоматизация проектирования радиоэлектронных средств. Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 2000. – 400 с.



НОВОСТИ МИРА

Летняя школа по искусственному интеллекту

Международная научно-практическая летняя школа по искусственному интеллекту, организуемая Российской ассоциацией искусственного интеллекта (РАИИ) при поддержке Московского физико-технического института (МФТИ) и компании «Яндекс», пройдет с 4 по 7 июля 2019 г. в кампусе МФТИ. Сайт школы: <http://school-raai.org>.

Основная идея школы – совместить теорию и практику и привлечь заинтересованных студентов и аспирантов как из России, так и из-за рубежа к участию в академических и наукоёмких промышленных проектах в сфере искусственного интеллекта (ИИ). Каждый день школы условно разбивается на две части: лекции о передовых направлениях ИИ от ведущих учёных РАИИ и зарубежных лекторов из ведущих исследовательских центров мира и практические занятия от промышленных партнёров (крупнейшие российские компании, использующие методы искусственного интеллекта в своей деятельности). В рамках практических занятий предусматривается возможность решения реальных бизнес-кейсов, проведение соревнований (хакатонов) и пр.

Молодые учёные (как студенты, так и аспиранты) приглашаются для подачи научных докладов по теме своих исследований на русском или английском языках. Прошедшие рецензирование и отобранные русскоязычные доклады будут опубликованы в сборнике трудов конференции (РИНЦ). Лучшие англоязычные работы планируются к публикации совместно с лекциями и материалами в сборнике издательства Springer (Scopus). Доработанные и расширенные версии работ будут рекомендованы к публикации в журнале РАИИ «Искусственный интеллект и принятие решений» (РИНЦ, ВАК, Scopus, WoS). Подробности по оформлению и подаче докладов можно найти на сайте школы. Девиз школы: «Разрабатывая искусственное, не забывай о естественном».

*Организационный комитет летней
школы РАИИ*

Разработка «Росэлектроники» позволит извлекать ценные компоненты из отработанных растворов

Холдинг «Росэлектроника» госкорпорации «Ростех» создал промышленную систему очистки воды, позволяющую выделять

из отработанных растворов, образующихся при производстве печатных плат и нанесении гальванических покрытий, химические компоненты для повторного применения в сельском хозяйстве.

Новая система, разработанная и запатентованная АО «КНИИТМУ» (входит в концерн «Вега» холдинга «Росэлектроника»), включает в себя химические составы и алгоритмы их применения для нейтрализации отработанных растворов и электролитов.

Разработка позволяет перерабатывать растворы, использованные для медно-аммиачного травления и гальванического меднения печатных плат, а также растворы химического никелирования на основе глицина и растворы хрома. На выходе система позволяет получить такие компоненты, как, например, гексагидрат сульфата меди-аммония, который может использоваться в тех же областях, что и медный купорос, – в качестве микроудобрения в растениеводстве, как лекарственное средство в животноводстве, а также для антибактериальной обработки воды.

*Пресс-служба холдинга
«Росэлектроника»*

СВЕРХТОНКИЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ НА DIN-РЕЙКУ



XP XP Power

- Выходные мощности 30, 50 и 70 Вт
- Размер передней панели на 44% меньше, чем у аналогов
- Выходные напряжения от 5 до 48 В
- КПД до 89% (для серии DPC70)
- Полная выходная мощность обеспечивается в диапазоне входного напряжения 100–264 В
- Потребляемая мощность в режиме холостого хода < 0,3 Вт (серии DPC30 и DPC50)
- Светодиодный индикатор включения выходного напряжения
- Полный комплект защит
- Широкий диапазон регулировки выходного напряжения
- Диапазон рабочих температур от –25 до +70°C

ProSoft®
WWW.PROSOFT.RU

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

МОСКВА
(495) 234-0636
info@prosoft.ru

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

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



Реклама

Электроника Транспорт 2019

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

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

Таймер на микроконтроллере ATTINY2313 в среде Atmel Studio 6.1

Сергей Шишкин (schischckin.sergei2014@yandex.ru)

В публикации представлено описание двухканального таймера, программное обеспечение для которого разработано в среде Atmel Studio 6.1.

Прежде чем переходить к разговору о таймере, необходимо дать ему хотя бы самое простое определение, например такое: таймер (реле времени) – устройство, предназначенное для коммутации (включения/выключения) внешних цепей питания или управления с нормированными интервалами времени. Автоматизация без таймеров просто невозможна. Основной нормативный отечественный документ, определяющий общие технические условия для реле времени, – ГОСТ 22557-84. Согласно данному документу, эти устройства классифицируются следующим образом:

- по числу выходных цепей с независимыми установками выдержек времени;
- по числу команд, поступающих в одну цепь на одну управляющую команду;
- по наличию регулировки выдержки времени и шкалы;
- по месту расположения регулятора выдержек времени;
- по способу монтажа на панели и способу присоединения внешних проводов;
- по виду входной воздействующей величины (команды);
- по виду исполнительской части реле.

В печати и в интернете можно найти тысячи конструкций таймеров с самой различной схмотехникой и на самой разной элементной базе. К этому можно прибавить ещё те несколько сотен промышленных таймеров (реле времени), которые представлены на рынке. Представленный в публикации двухканальный таймер найдёт своё основное применение в быту. Его можно использовать для получения эффекта присутствия человека в помещении: включать и выключать электроприборы в пустом доме (квартире). Кроме того, с его помощью можно управлять временем работы насоса для полива газона, огорода, теплицы или зарядного устройства для автомобильного аккумулятора.

Двухканальный таймер увеличивает функциональные возможности приборов как минимум в два раза: в случае с насосом, например, можно независимо поливать два сектора газона.

Без преувеличения можно сказать, что применение микроконтроллеров вывело разработку подобных устройств на качественно новый уровень: можно легко скорректировать параметры и заданные функции, изменяя при этом фактически только программное обеспечение микроконтроллера. Задачу значительно упрощает использование интегрированных средств разработки, таких как Atmel Studio 6.1.

Atmel анонсировала программную среду Atmel Studio 6.1 в мае 2012 года. Инсталляционный пакет можно скачать с официального сайта компании [1] совершенно бесплатно. Среда Atmel Studio 6.1 – это современный продукт, позволяющий производить все этапы разработки программ для микроконтроллеров серий AVR и ARM. Программный пакет AVR Studio разрабатывается с 2004 года. Начиная с версии 6.0 программа сменила название на Atmel Studio. Она позволяет работать как на ассемблере, так и на C/C++.

Открыть проект в Atmel Studio 6.1 очень просто. После запуска программы нужно выбрать пункт *New Project* – на экране появится окно построителя. Далее следует выбрать язык проекта. Затем в поле *Name*: необходимо выбрать имя проекта, а в поле *Location*: задать путь к месту на жёстком диске, где проект будет храниться.

Для перехода к следующему этапу нужно нажать кнопку *OK*, затем выбрать тип микроконтроллера, задействованного в проекте (например, ATTINY2313), после чего снова нажать кнопку *OK*. Теперь можно набирать текст программы или копировать его из другого проекта.

Принципиальная схема двухканального таймера с обратным отсчётом вре-

мени на базе микроконтроллера семейства AVRI представлена на рисунке.

Значение задаваемого времени в устройстве – от 1 до 999 (минут или секунд) с дискретностью задания 1 (минута или секунда). Обратный отсчёт времени в минутах или секундах для каждого канала задаётся пользователем. Каналы независимые, но запуск обратного отсчёта времени происходит одновременно для двух каналов. Канал управления нагрузкой № 1 собран на твердотельном реле DA2. Нагрузка подключается к соединителю X3. Канал управляется с вывода 11 микроконтроллера DD1. Канал управления нагрузкой № 2 собран на твердотельном реле DA1. Нагрузка подключается к соединителю X2. Канал управляется с вывода 9 микроконтроллера DD1. С порта P1 микроконтроллер DD1 управляет клавиатурой (кнопки S1...S8) и динамической индикацией. Динамическая индикация собрана на транзисторах VT1...VT3, цифровых 7-сегментных индикаторах HG1...HG3. Резисторы R5...R12 токоограничительные для сегментов индикаторов HG1...HG3. Коды для включения индикаторов HG1...HG3 при функционировании динамической индикации выводятся в порт PB микроконтроллера DD1. Для функционирования клавиатуры задействован вывод 7 микроконтроллера. Сетевое напряжение поступает на соединитель X1 устройства. Напряжение питания +5 В – на соединитель X4. Цифровая часть принципиальной схемы таймера гальванически развязана от сети.

В интерфейс устройства входят клавиатура (кнопки S1...S8), лампочки H1, H2 и блок индикации (дисплей) из трёх цифровых 7-сегментных индикаторов HG1...HG3. Кнопки клавиатуры имеют следующее назначение:

- S1 (Δ) – увеличение значения при установке времени каналов № 1 и 2 таймера;
- S2 (∇) – уменьшение значения при установке времени каналов № 1 и 2 таймера;
- S3 (C) – кнопка включения/выключения таймера для двух каналов одновременно; при её нажатии начинается работа таймеров каналов – идёт

обратный отсчёт заданного времени в обоих каналах;

- S4 (ИН1) – кнопка инвертирования нагрузки (вкл/выкл) для канала №1;
- S5 (мин/сек1) – кнопка выбора времени счёта (минуты или секунды) для канала №1;
- S6 (ИН2) – кнопка инвертирования нагрузки (вкл/выкл) для канала №2;
- S7 (мин/сек2) – кнопка выбора времени счёта (минуты или секунды) для канала №2;
- S8 (Режим) – кнопка выбора режима работы таймера: канал №1 или канал №2 (в режиме задания времени при нажатии на данную кнопку осуществляется выбор канала; при отсчёте заданного времени нажатие на данную кнопку запускает просмотр текущих значений; в режиме «Канал №1» задаётся время для канала №1; после нажатия кнопки S3 (C) индицируется обратный отсчёт времени (в минутах или секундах) – как только заданное значение времени станет равно нулю, нагрузка №1 инвертируется; первоначальное состояние нагрузки задаётся кнопкой S4 (ИН1); аналогично работает канал управления №2).

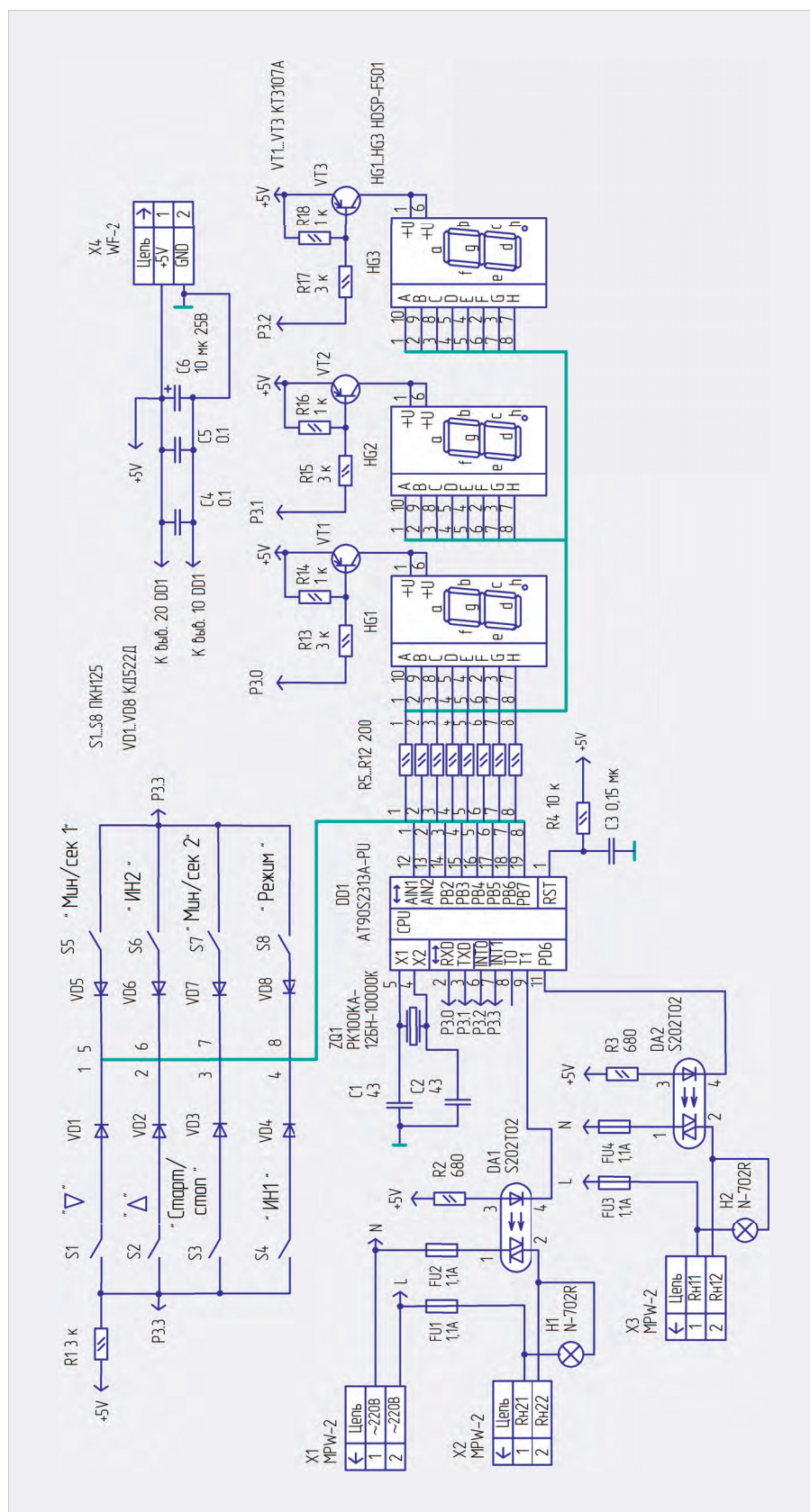
Разряды индикации интерфейса имеют следующие назначения:

- 1-й разряд (индикатор HG3) отображает единицы минут (единицы секунд);
- 2-й разряд (индикатор HG2) отображает десятки минут (десятки секунд);
- 3-й разряд (индикатор HG1) отображает сотни минут (сотни секунд).

В режиме «Канал №2» у индикатора HG1 горит точка h. Если отсчёт времени канала идёт в секундах, то заданное время уменьшается с каждой секундой. Если отсчёт времени канала идёт в минутах, то в обоих каналах с периодом 1 с мигает точка h у индикатора HG3.

Фактически весь алгоритм работы таймера реализован в процедуре обработки прерывания по совпадению таймера T1. Основные фрагменты программы:

- определение времени отсчёта (минуты или секунды) для канала №1 (начало процедуры прерывания);
- определение времени отсчёта (минуты или секунды) для канала №2 (метка LK3);
- уменьшение времени канала №1 (метка L4);
- увеличение времени канала №1 (метка m0);
- уменьшение времени канала №2 (метка LL4);



Принципиальная схема двухканального таймера

- увеличение времени канала №2 (метка mL0);
- опрос клавиатуры (метка m1);
- вывод значения времени каналов на дисплей (метка ms1).

Фрагмент программы для кнопок уменьшения и увеличения задавае-

мого значения времени представлен в листинге 1, где **flag1**, **flag2** – флаги состояний кнопок; **pusk1**, **pusk11** – флаги уменьшения значения времени для каналов №1 и 2 соответственно; **pusk2** – флаг увеличения значения времени.

Листинг 1

```

m1:      PORTB=0b11111110; // кнопка № 1; уменьшение времени
asm ("nop");
if ((~PIND) & (1<<3) && flag1 == 0); else goto m2;
pusk1=0;
pusk11=0;
flag1=1;
goto m1; // выход

m2:      PORTD |=(1<<3);
if ((PIND & (1<<PD3) ) != 0 ); else goto m21;
flag1=0;
pusk1=1;
pusk11=1;
m21:     PORTB=0b11111110; // кнопка № 2; увеличение времени
asm ("nop");
if ((PIND & (1<<3)) == 0 && flag2 == 0); else goto m3;
pusk2=0;
flag2=1;
goto m1; // выход

m3:      PORTD |=(1<<3);
if ((PIND & (1<<3)) !=0); else goto m31;
flag2=0;

```

Листинг 2

```

m1:      ldi t2,0b11111110; // кнопка № 1
out PORTB,t2
nop
nop
nop
sbic PIND,3
rjmp m2
sbrc flo,1; // выход
rjmp m1
SBR flo,0b00010010; // бит уменьшения времени
SBR flo1,0b00001000; // PUSK2
rjmp m1; // выход из процедуры

m2:      CBR flo,0b000000010
CBR flo1,0b00001000

ldi t2,0b11111110; // кнопка № 2
out PORTB,t2
nop
nop
nop
sbic PIND,3
rjmp m3
sbrc flo,2
rjmp m1
SBR flo,0b00100100; // бит увеличения времени
SBR flo1,0b00010000
rjmp m1

m3:      CBR flo,0b000000010
CBR flo1,0b00010000

```

Данный фрагмент программы на ассемблере представлен в листинге 2. `flo`, `flo1` – регистры, где определены биты управления.

Разработанная программа на C++ занимает порядка 1,5 Кбайт памяти программ микроконтроллера. Потребление тока по каналу напряжения +5 В, не более 50 мА. В схеме, представленной на рисунке, применены конденсаторы C1, C2, C4, C5 типа К10-17а, конденсаторы C3, C6 типа К50-35. Номинальный ток предохранителей FU1, FU2 – 1,1 А. Тип – ВП1-1,1А (1,1А/250В). Держатели плавких вставок типа ДВП4-1в. Номинальный ток предохранителя можно выбрать исходя из номинального тока подключаемой нагрузки. Ответные части (розетки) к соединителям Х1...Х3 типа РНУ-2. Ответная часть к соединителю Х4 – розетка типа НУ-2. Исходный текст программы для двухканального таймера и hex-файл представлены в дополнительных материалах к статье на сайте журнала www.soel.ru. Для изменения параметров и функций представленного устройства (изменения программного обеспечения) текст нужно скопировать в открытый проект Atmel Studio 6.1, а затем после компиляции новый hex- файл зашить в микроконтроллер.

ЛИТЕРАТУРА

1. www.atmel.com
2. Голубцов М.С., Кириченко А.В. Микроконтроллеры AVR: от простого к сложному. – М.: СОЛОН-Пресс, 2005. – 304 с. ©

НОВОСТИ МИРА

Минкомсвязь и Центробанк рассказали о выгодах цифрового профиля

Благодаря цифровому профилю взаимодействие граждан с госорганами и коммерческими организациями станет более удобным, быстрым и безопасным, а компании сократят издержки. Об этом рассказали на пресс-конференции в ТАСС заместитель министра цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации Максим Паршин и первый заместитель председателя Банка России Ольга Скоробогатова.

Цифровой профиль – это совокупность сведений о гражданах и юридических лицах в информационных системах госорганов, включая Единую систему идентификации и аутентификации (ЕСИА). Прообразом цифрового профиля уже можно считать подтвержденные учетные записи в ЕСИА. К концу 2018 года таких

записей было уже 52,5 млн. Они включают в себя электронную почту, номер телефона, паспортные данные, пол, дату рождения, СНИЛС и другую информацию. Пользователи могут сами добавлять в свой профиль дополнительные данные о себе, такие как номер водительского удостоверения или военного билета.

В цифровом профиле личных данных будет ещё больше – 57 типов, тогда как сейчас в ЕСИА россияне могут хранить лишь 21 тип сведений. Ими гражданин сможет в один клик поделиться, например, с банком, чтобы получить более выгодные условия по кредиту. Какие именно данные о себе сообщать банку, а какие нет, гражданин будет решать сам. Более того, он сможет отозвать согласие на обработку своих персональных данных и узнать, какие госорганы или компании когда и по какому поводу запрашивали данные о нём. Все эти действия гражданин также сможет совер-

шить с помощью своего мобильного устройства в специальном мобильном приложении.



Минкомсвязь России уже разработала проект поправок о цифровом профиле в 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации». Планируется до конца 2019 года принять поправки, но уже в апреле-мае начнётся тестирование цифрового профиля в 16 из топ-30 российских банков. Полностью ввести систему в эксплуатацию планируется в IV квартале 2020 года.

www.digital.gov.ru



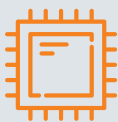
Выставка
ЭЛЕКТРОНИКА
Урал

V МЕЖДУНАРОДНАЯ
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
ВЫСТАВКА

ЭЛЕКТРОНИКА—УРАЛ 2019

26-28 НОЯБРЯ

ЕКАТЕРИНБУРГ, ЦМТЕ



Электронные компоненты
и комплектующие



Источники питания



Программное обеспечение
и услуги



Оборудование и технологии
для производства электроники

ПРОХОДИТ ОДНОВРЕМЕННО С ВЫСТАВКОЙ «ПТА-УРАЛ 2019»

WWW.PTA-EXPO.RU

ЕКАТЕРИНБУРГ

ОРГАНИЗАТОР

МОСКВА

Реклама



(343) 270-23-76



info@pta-expo.ru

Экспонум



(495) 234-22-10



info@pta-expo.ru

Влияние задержки, длины выводов ИС и переходных отверстий на расчёт общей длины проводников

Богдан Филипов (filipov@nanocad.ru)

Система настройки и ввода ограничений (Constraint Manager) в PADS Professional на платформе Xpedition предоставляет пользователям полный контроль над всеми параметрами, которые влияют на целостность высокоскоростных сигналов.

В статье рассмотрена возможность учёта влияния длины и задержки (Pin Package Length and Delays) выводов микросхемы, а также фактора переходных отверстий при расчёте общей длины проводника.

ВВЕДЕНИЕ

Данная публикация рассказывает о том, можно ли одновременно вводить ограничения по длине и задержке для выводов в *Constraint Manager*, каково влияние задержек и длин для выводов на вкладке *Part* в системе ввода ограничений (CES), как работает инструмент *Tuning Meter* при использовании параметров длины выводов и фактора длины переходных отверстий, а также о влиянии задержки в переходных отверстиях на расчёт общей задержки сигнала.

НАСТРОЙКА ЗАДЕРЖКИ ВЫВОДОВ В CONSTRAINT MANAGER

В PADS Professional на платформе Xpedition версии VX2.2 и выше появилась возможность одновременного импорта файла с задержками и длинами выводов прямо в систе-

му ввода ограничений. Чтобы выполнить импортирование, необходимо открыть CES, перейти в меню *File* → *Import* → *Package Delays* и выбрать файл с задержками.

Файлы *PinPkgDelays* и *PinPkgLengths* (*.txt, *.ppd, *.ppl) используют следующие параметры:

- *unit* – формат величины, не зависящий от регистра: для задержки – секунды (s), миллисекунды (ms), микросекунды (μs), наносекунды (ns) и пикосекунды (ps); для длины – тысячные доли дюйма (th), микроны (μm), миллиметры (mm), дюймы (in);
- *part_name* – ключевое слово (уникальный идентификатор данной микросхемы);
- *pin_number, value* – номер вывода и соответствующее ему значение длины и задержки.

Следует обратить внимание, что инструмент импорта не поддерживает формат запятых, даже если в CES они определены как разделители разрядов.

АВТОМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ ЗНАЧЕНИЙ ЗАДЕРЖЕК

Если имеется информация только о длине выводов микросхемы, то можно использовать CES для автоматического расчёта задержки выводов на основе задержки распространения сигнала, определённой в настройках CES (*Setup* → *Settings*) (см. рис. 1).

Задав значения длины выводов, следует щёлкнуть правой кнопкой мыши в ячейке, соответствующей задержке контакта, и выбрать команду *Calculate Delay*, после чего система автоматически рассчитает требуемые параметры (см. рис. 2).

Далее приведены примеры различных случаев использования *Via Lengths*, *Via Delay* и *Pin Package Lengths*.

В примере 1 (см. рис. 3а) не используются параметры *Via Lengths* или *Pin Package Length*. Результаты добавления длины 100 th к каждому выводу компонента U1 показаны на рисунке 3б. Теперь *Tuning Meter* отображает значения длины проводни-

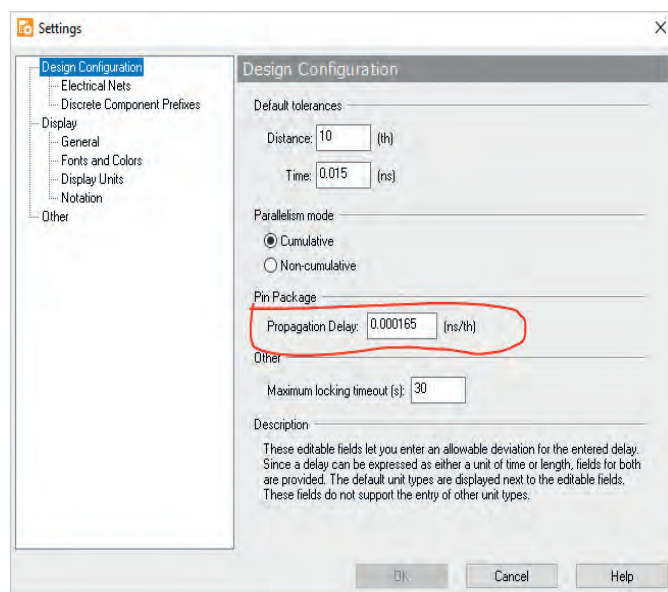


Рис. 1. Параметры автоматического расчёта значения задержки вывода

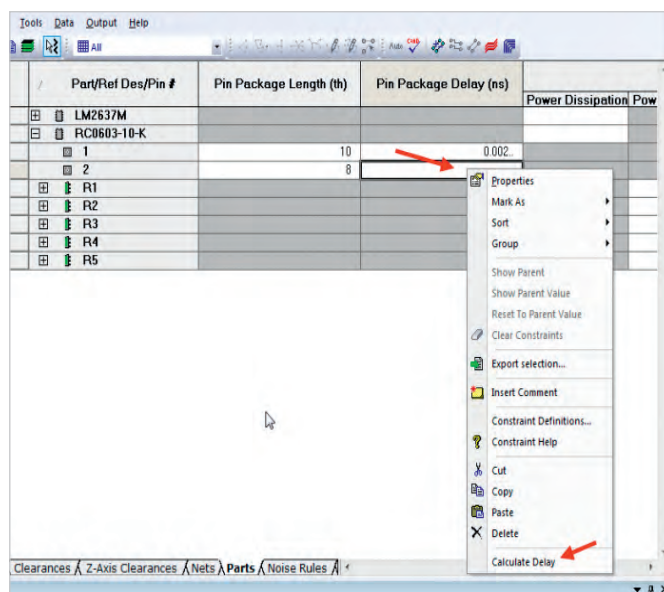
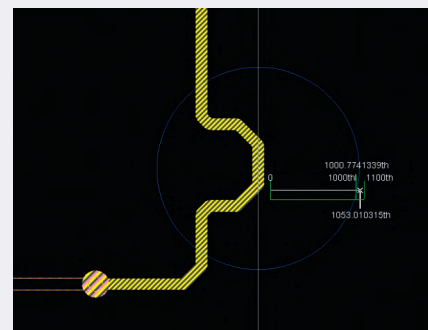


Рис. 2. Автоматический расчёт задержки

Constraint Class/Net	Net Class	Type	Length or TOF Delay					Match
			Min (th)(ns)	Max (th)(ns)	Actual (th)(ns)	Manhattan (th)(ns)	Min Length (th)(ns)	
All	(Default)	Length						
Group1	(Default)	Length						
\$1N113	(Default)	Length			881.074	768.2		
\$1N113	(Default)	Length			881.074	768.2		
L.U1-6.L.F13...	(Default)	Length			881.074	881.074	881.074	
\$1N364	(Default)	Length			1128.797	762.2		
\$1N364	(Default)	Length			1128.797	762.2		
L.F14.1-2.L...	(Default)	Length			1128.797	1128.797	1128.797	
\$1N158	(Default)	Length			824.708	842.5		
\$1N158	(Default)	Length			824.708	842.5		
L.U1-4.L.F14...	(Default)	Length			824.708	824.708	824.708	
Group2	(Default)	Length						
Group3	(Default)	Length						
Group4	(Default)	Length						
Power	(Default)	Length						
One Pin Nets	(Default)	Length						

а

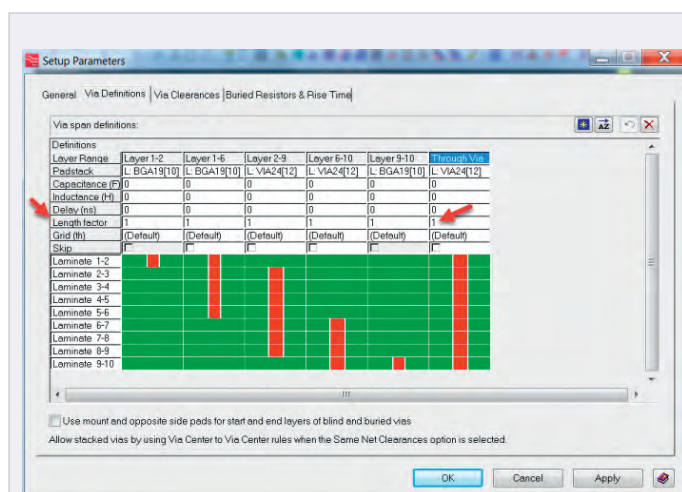


б

Constraint Class/Net	Net Class	Type	Length or TOF Delay					Match
			Min (th)(ns)	Max (th)(ns)	Actual (th)(ns)	Manhattan (th)(ns)	Min Length (th)(ns)	
All	(Default)	Length						
Group1	(Default)	Length						
\$1N113	(Default)	Length	1000	1100	1058.01	768.2		
\$1N113	(Default)	Length	1000	1100	1058.01	768.2		
L.U1-6.L.F13.1-1	(Default)	Length	1000	1100	1058.01	853.01	853.01	
\$1N364	(Default)	Length	1000	1100	1128.797	762.2		
\$1N364	(Default)	Length	1000	1100	1128.797	762.2		
L.F14.1-2.L.U1-3	(Default)	Length	1000	1100	1128.797	1128.797	1128.797	
\$1N158	(Default)	Length	1000	1100	824.708	842.5		
\$1N158	(Default)	Length	1000	1100	824.708	842.5		
L.U1-4.L.F14.1-1	(Default)	Length	1000	1100	824.708	824.708	824.708	
Group2	(Default)	Length						
Group3	(Default)	Length						
Group4	(Default)	Length						
Power	(Default)	Length						
One Pin Nets	(Default)	Length						

б

Рис. 3. Использование параметров *Via Lengths* и *Pin Package Length*: а) длина проводников при *Via Length* = 0 и *Pin Package Length* = 0; б) длина проводников при *Pin Package Length* = 100 th для U1; в) показания *Tuning Meter* при *Pin Package Length* = 100 th для U1



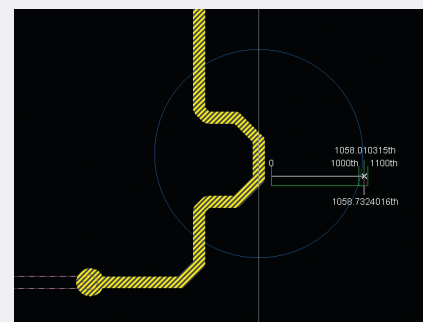
а

$$1:3 \text{ Via part} = \text{Cu2} + \text{D12} + \text{D23} = 0,7 + 12 + 15 = 27,7$$

$$3:8 \text{ Via part} = \text{Cu4} + \text{Cu5} + \text{Cu6} + \text{Cu7} + \text{D34} + \text{D45} + \text{D56} + \text{D67} + \text{D78} = 1,4 + 0,7 + 0,7 + 0,7 + 18 + 20 + 18 + 15 + 12 = 86,5$$

$$\text{Through Via} = \text{sum(dielectric thicknesses)} + \text{sum(copper thicknesses)} = 110 + (5 * 0,7 + 1,4) = 110 + 4,9 = 114,9$$

б



г

Constraint Class/Net	Type	Min (th)(ns)	Max (th)(ns)	Length or TOF Delay			Match
				Actual (th)(ns)	Manhattan (th)(ns)	Min Length (th)(ns)	
All	Length						
Group1	Length						
\$1N113	Length	1000	1100	1058.371	768.2		
\$1N113	Length	1000	1100	1058.371	768.2		
L.U1-6.L.F13.1-1	Length	1000	1100	1058.371	853.371	853.371	
\$1N364	Length	1000	1100	1128.797	762.2		
\$1N158	Length	1000	1100	1009.608	842.5		
Group2	Length						

б

Рис. 4. Использование параметра *Via Length Factor*: а) учёт фактора длины переходных отверстий; б) пример расчёта длины переходных отверстий; в) длина проводников в CES при *Via Length Factor* = 1; г) показания инструмента *Tuning Meter* при *Via Length Factor* = 1

ка с учётом внесённых изменений (см. рис. 3в).

Пример 2: в меню *Setup* → *Setup Parameters* на вкладке *Via Defenitions* задаётся значение *Via Length Factor*, равное 1 (см. рис. 4а). При этом длина переходного отверстия вычисляется на основе стека таким образом, что толщина меди начального и конечно-

го слоёв не учитывается. На рисунке 4б показано, как рассчитывается данный параметр для сигнала, переходящего со слоя 1 на слой 3 и со слоя 3 на слой 8. Как только будет задан коэффициент длины переходного отверстия, изменится фактическая длина проводника в менеджере ограничений (см. рис. 4в). Теперь её значение,

отображаемое в *Tuning Meter*, включает также и длину выводов (см. рис. 4г).

В примере 3 добавлена задержка *Pin Package Delay* длительностью 0,02 нс. Для наглядности следует рассмотреть параметры, рассчитанные для проводника в режиме *TOF* при нулевом значении *Pin Package Delay* (см. рис. 5а), а затем установить его на

Constraint Class/Net	Type	Length or TOF Delay				
		Min (th)/(ns)	Max (th)/(ns)	Actual (th)/(ns)	Manhattan (th)	Min Length (th)
All (All)	Length					
Group1	Length					
\$1N113	TOF	0.7	0.8	0.599	768.2	
\$1N364	TOF	0.7	0.8	0.617	762.2	
\$1N158	TOF	0.7	0.8	0.555	842.5	
Group2	Length					

a

Part/Ref Des/Pin #	Schematic Pin Type	Topology Pin Type	Pin Package Length (th)	Pin Package Delay (ns)	Power
4200-0001					
6200-0001					
1				0.02	
2				0.02	
3				0.02	
4				0.02	
5				0.02	
6				0.02	
7				0.02	
8				0.02	
U1					

6

Constraint Class/Net	Type	Length or TOF Delay				
		Min (th)/(ns)	Max (th)/(ns)	Actual (th)/(ns)	Manhattan (th)	Min Length (th)
All (All)	Length					
Group1	Length					
\$1N113	TOF	0.7	0.8	0.619	768.2	
\$1N364	TOF	0.7	0.8	0.637	762.2	
\$1N158	TOF	0.7	0.8	0.605	842.5	
Group2	Length					

B

Рис. 5. Использование параметра *Pin Package Delay*: а) время распространения сигналов в CES при *Pin Package Delay* = 0; б) добавление задержки к выводу; в) время распространения сигналов в CES при *Pin Package Delay* = 0,02 нс

Constraint Class/Net	Net Class	Type	Length or TOF Delay				
			Min (th)/(ns)	Max (th)/(ns)	Actual (th)/(ns)	Manhattan (th)	Min Length (th)
All (All)	(Default)	Length					
Group1	(Default)	Length					
\$1N113	(Default)	TOF	0.7	0.8	0.638	768.2	
\$1N364	(Default)	TOF	0.7	0.8	0.657	762.2	
\$1N158	(Default)	TOF	0.7	0.8	0.625	842.5	
Group2	(Default)	Length					

Рис. 7. Время распространения сигналов в CES при *Pin Package Delay* = 0,02 нс и *Via Delay* = 0,02 нс

0,02 нс (см. рис. 5б). Можно убедиться, что для данного сигнала задержка в менеджере ограничений изменилась на 0,02 (см. рис. 5в).

Пример 4 моделирует ситуацию, при которой одновременно установлены *Pin Package Delay* и *Pin Package Length*, а также *Via Delay* и *Via Length Factor*, позволяя понять, как это повлияет на расчёт общей длины проводника и величину задержки сигнала. На рисунке 6а проиллюстрирована задержка распространения сигнала в проводнике при нулевых значениях *Pin Package Delay* и *Via Delay* в инструменте *Tuning Meter*. Следующий шаг – увеличение *Pin Package Delay* до 0,02 нс: произошед-

шие изменения продемонстрированы на рисунке 6б. Если задать какое-либо значение в поле *Pin Package Length* или *Via Length Factor*, то длительность задержки никак не изменится, поскольку расчёт ведётся в режиме *TOF*, однако при установке *Pin Package Delay* и *Via Delay* в положение 0,02 нс получится иной результат (см. рис. 6в).

Задержка распространения сигнала по проводнику с параметрами *Pin Package Delay* и *Via Delay*, равными 0,02 нс, в редакторе ограничений выглядит так, как показано на рисунке 7. Настроить *Via Delay* и *Via Length Factor* можно через меню *Setup* → *Setup Parameters* на вкладке *Via Definitions*.

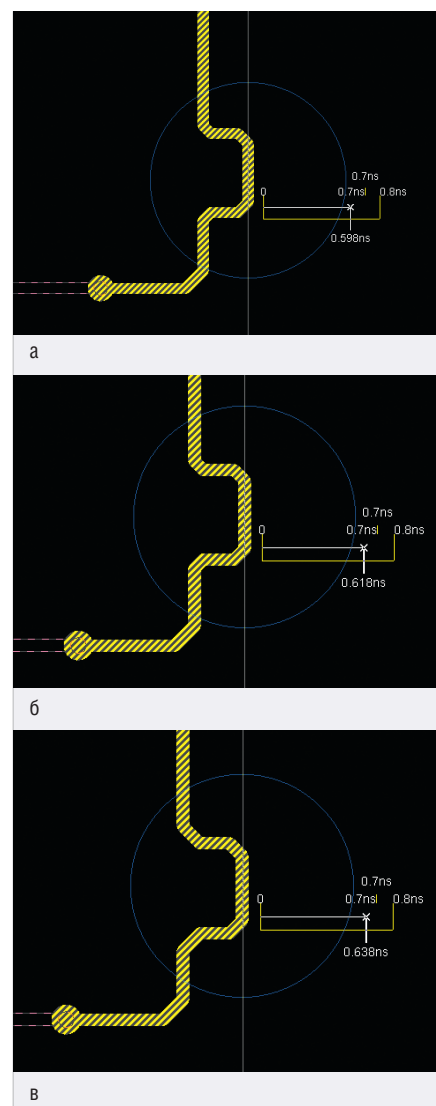


Рис. 6. Одновременное использование параметров *Pin Package Delay*, *Pin Package Length*, *Via Delay* и *Via Length Factor*:

а) показания *Tuning Meter* при *Pin Package Delay* = 0 и *Via Delay* = 0; б) показания *Tuning Meter* при *Pin Package Delay* = 0,02 нс; в) показания *Tuning Meter* при *Pin Package Delay* = 0,02 нс и *Via Delay* = 0,02 нс

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Система ввода ограничений PADS Professional на платформе Xpedition позволяет задавать одновременно и длину выводов, и значения задержки. Однако если в CES задан вариант расчёта по времени распространения сигнала (*TOF*), то система использует значения из ячейки *Pin Package Delay*, а в случае выбора варианта расчёта по длине (*Length*) данные берутся из ячейки *Pin Package Lengths*. То же самое касается и влияния переходных отверстий: когда тип задержки, определённый в менеджере ограничений, задан как *Length*, применяется коэффициент длины (*Via Length Factor*) переходного отверстия, а в случае *TOF* – значение *Via Delay*.





Свобода проектирования



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

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

Введение в язык запросов и построение фильтров в САПР Altium Designer

Алексей Якубенко (alexey@idstrade.com)

Количество объектов, из которых состоят схемные документы, документы печатных плат и библиотеки, может достигать десятков, сотен, а то и тысяч, и с ними пользователь в процессе проектирования электронного изделия совершает какие-либо действия. Стандартные для операционной системы средства, а также специфические инструменты выбора среды Altium Designer малоэффективны в случаях, когда необходимо выбрать несколько сотен или более объектов, подпадающих при этом под сложные условия. Для таких случаев в Altium Designer предусмотрена система фильтрации объектов, основанная на мощном обработчике запросов. Данная статья призвана облегчить освоение языка запросов и построение фильтров любой сложности.

Обработчик запросов является одной из основ среды Altium Designer (AD). Его назначение в том, чтобы пользователь мог с лёгкостью получать доступ как к отдельным объектам, так и к их группам любой сложности. Взаимодействие с этим инструментом осуществляется с помощью языка запросов.

Используя этот язык, пользователь, по сути, строит фильтры, в соответствии с которыми среда AD отбирает требуемые объекты. Это работает следующим образом. Каждый объект среды AD обладает определённым набором параметров. С помощью запросов пользователь задаёт определённые условия. Обработчик запросов проводит анализ параметров всех входящих в проект AD объектов на соответствие этим условиям и, если параметры того или иного объекта им соответствуют, такой объект включается в определённую выборку, с которой далее разработчик может совершать какие-либо действия.

Язык запросов подобен языкам программирования, основанным на Pascal. Он состоит из функций и операторов, с помощью которых пользователь формирует т.н. запросы, представляющие собой выражения, записанные в виде текстовых строк. Большинство функций представляют собой условия выбора объектов, но, помимо них, язык запросов содержит также ряд системных и математических функций. Операторы предназначены для связи функций при построении логических выражений.

Рассмотрим пример построения запросов. Допустим, на схеме необходимо выбрать все резисторы и конденса-

торы. Для этого нужно воспользоваться выборкой по префиксу позиционного обозначения и построить следующий запрос: `(PartSymbolReference = 'R')` Or `(PartSymbolReference = 'C')`.

В результате выполнения данного запроса на схеме будет отображена выборка, состоящая из всех компонентов, префикс позиционных обозначений которых представляет собой буквы R или C, т.е. выборка из резисторов и конденсаторов. Функция *PartSymbolReference* предназначена для поиска компонентов в соответствии с префиксом позиционного обозначения. Префикс задаётся с помощью входного параметра – в данном случае это параметры R и C. Оператор Or указывает, что подходит либо первое условие, либо второе. Скобки также являются операторами и определяют старшинство записей в строке запроса.

Обратимся к более сложному примеру. Допустим, для совершения определённых действий необходимо выбрать все контактные площадки, имеющие размер более 1 мм и содержащие круглые металлизированные отверстия. Для этого подойдёт следующий запрос: `IsPad And (PadIsPlated = 'True') And (AsMM(PadXSize_AllLayers) > 1) And (AsMM(PadYSize_AllLayers) > 1) And HasRoundHole`.

Функция *IsPad* указывает, что в выборку необходимо включить именно контактные площадки. За выбор размеров отвечает часть запроса `(AsMM(PadXSize_AllLayers) > 1) And (AsMM(PadYSize_AllLayers) > 1)`. В AD размер контактных площадок определяется раздельно по осям X и Y, поэтому

и функций применяется две: *PadXSize_AllLayers* и *PadYSize_AllLayers*. Кроме того, в наименовании данных функций можно увидеть запись *All Layers*, что указывает на определения размеров контактных площадок на всех слоях. Нетрудно заметить, что данные функции прописываются в связке с функцией *AsMM*, которая указывает, что определение размеров контактных площадок должно производиться в метрической системе измерений. Параметр «1» с оператором «>» в данных функциях определяют, что поставленным условиям соответствуют контактные площадки размером более 1 мм. Функция *PadIsPlated* с входным параметром *True* задаёт включение в выборку контактных площадок с металлизированными отверстиями. Наконец, функция *HasRoundHole* говорит о том, что выбраны должны быть контактные площадки именно с круглыми отверстиями, а не с прямоугольными или слотами. Оператор And определяет, что требуется выборка, соответствующая всем указанным условиям одновременно.

Нетрудно заметить, что язык запросов содержит функции, как требующие для своего выполнения наличия входных параметров, так и не требующие таковых. Если для работы функции необходимы текстовые входные параметры, то они всегда ограничиваются одинарными кавычками. Название каждой из функций отражает её назначение, благодаря чему значительно облегчается их поиск и работа с запросами. AD поддерживает около тысячи функций и описать их в рамках данной статьи не представляется возможным, поэтому рекомендуется по мере необходимости обращаться к [1], где для каждой функции приводятся описание, синтаксис, примеры и рекомендации по использованию.

В таблице 1 приведены операторы языка запросов. Очевидно, что большинство из них пояснений не требует. Нужно лишь оговориться, что, в отличие от остальных операторов сравнения, оператор *Like* работает не с численными, а со строковыми данными. В примере, приведённом в таблице для этого оператора, функция *Name* определяет, что пользователя интересуют

все строки, начинающиеся с буквы *R* и содержащие как минимум ещё два символа.

Как видно, в последнем примере упоминаются символы подстановки, которые также поддерживаются языком запросов:

- **?** – применяется для замены одного символа;
- ***** – применяется для замены строки символов.

Кроме того, в качестве параметров для некоторых функций могут быть использованы логические переменные **True** (правда) и **False** (ложь).

В одном из примеров, приведённых ранее, уже упоминалась данная логическая переменная: функция **PadIsPlated** с входным параметром **True** задавала включение в выборку контактных площадок с металлизированными отверстиями. Если входной параметр данной функции заменить на **False**, то в выборку будут включаться неметаллизированные отверстия.

Порядок обработки строк запросов определяется старшинством записей, которое, в свою очередь, определяется старшинством операторов. Старшин-

Таблица 1. Операторы языка запросов

Оператор	Описание	Пример
Арифметические операторы		
+	Сложение	NetPinCount + NetViaCount
-	Вычитание	ArcStopAngle - ArcStartAngle
*	Умножение	PadYSize_AllLayers * PadXSize_AllLayers
/	Деление	HoleDiameter / ViaDiameter
Div	Целочисленное деление	Color Div 65536
Mod	Остаток от целочисленного деления	Color Mod 256
Логические операторы		
AND	Логическое «И»	IsFill AND OnBottomLayer
&&	Логическое «И» (пониженный приоритет)	IsPolygon && OnTopLayer
OR	Логическое «ИЛИ»	IsPad OR IsVia
	Логическое «ИЛИ» (пониженный приоритет)	IsTrack IsArc
XOR	Исключающее «ИЛИ»	OnMultiLayer Xor (HoleDiameter <> 0)
NOT	Логическое отрицание	NOT OnPlane
Операторы сравнения		
<	Меньше	NetViaCount < 10
<=	Меньше или равно	NetViaCount <= 10
>=	Больше или равно	NetViaCount >= 10
>	Больше	NetViaCount > 10
<>	Не равно	NetViaCount <> 10
=	Равно	NetViaCount = 10
Between ... And ...	В диапазоне	NetViaCount Between 10 And 20
Like	Поиск заданной подстроки	Name Like 'R??'

ство операторов языка запросов аналогично старшинству операторов Pascal-

подобных языков программирования и отражено в таблице 2. При одинаковом



ALTIUM
DESIGNER19

ПЕРЕХОДИ НА НОВЫЙ УРОВЕНЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УЖЕ СЕЙЧАС

🌐 www.idstrade.com

✉ info@idstrade.com

☎ +7 /495/ 665-20-69



ООО «АЙДИЭС» авторизованный партнер компании Altium Limited на территории Российской Федерации.

Altium
Реклама

Таблица 2. Старшинство операторов языка запросов

Старшинство	Операторы
1	()
2	Not
3	* / Div Mod And
4	+ - Or Xor
5	= <> < > <= >=
6	&&

старшинстве записей они обрабатываются слева направо. Поскольку скобки имеют наивысшее старшинство, то с их помощью старшинство записей можно изменять. При этом необходимо помнить, что при наличии вложенных пар скобок внутренние пары имеют более высокое старшинство, и поэтому ограниченные ими записи будут обрабатываться в первую очередь [1, 2].

В виде текстовых строк запросы в основном применяются в трёх случаях:

- для построения фильтров выбора в редакторах схем, плат и библиотек;
- для определения областей применения правил;
- для расширенного поиска по библиотекам.

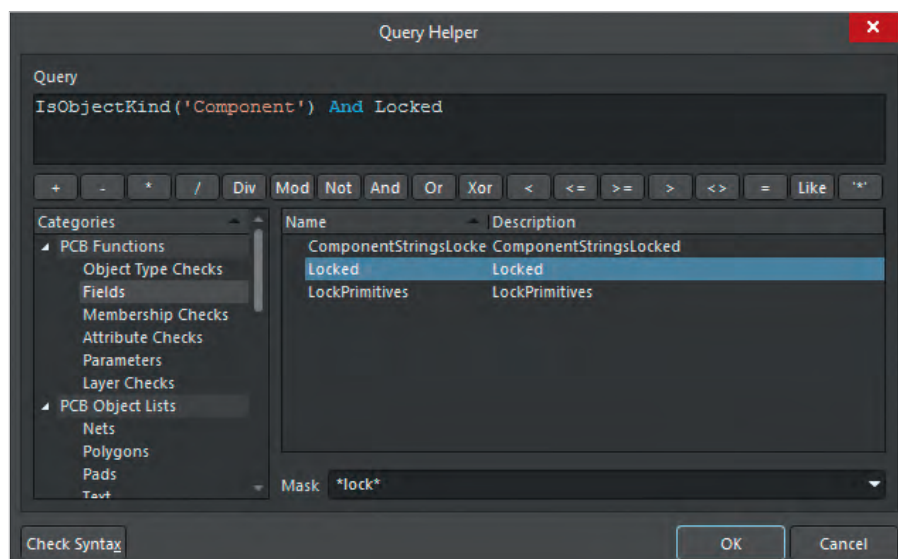
Конечно, глубокое знание языка запросов является мощным подспорьем в деле проектирования электронных устройств, однако в среде AD предусмотрен ряд инструментов, значительно облегчающих формирование запросов, – помощник *Query Helper* и мастер запросов *Query Builder*.

Помощник *QUERY HELPER*

Окно помощника *Query Helper* (см. рис. 1) доступно при нажатии следующих кнопок:

- *Helper*  – в панелях *SCH Filter*, *PCB Filter*, *SCHLIB Filet* и *PCBLIB Filter*;
- *Helper*  – в окне *File-based Library Search* в расширенном режиме;
- *Query Helper...*  – в области *Where The ... Object Matches* редактора правил.

Верхнюю часть окна занимает поле *Query*, предназначенное для ввода строк запросов. Непосредственно под ним расположены кнопки операторов.

Рис. 1. Окно помощника *Query Helper*, вызванное из панели *PCB Filter*

Здесь присутствуют кнопки всех операторов, кроме скобок. Ещё ниже расположена область поиска и выбора функций и объектов. Она состоит из меню категорий *Category* (левее) и таблицы (правее). В нижнем левом углу окна редактора запросов можно найти кнопку проверки синтаксиса *Check Syntax*.

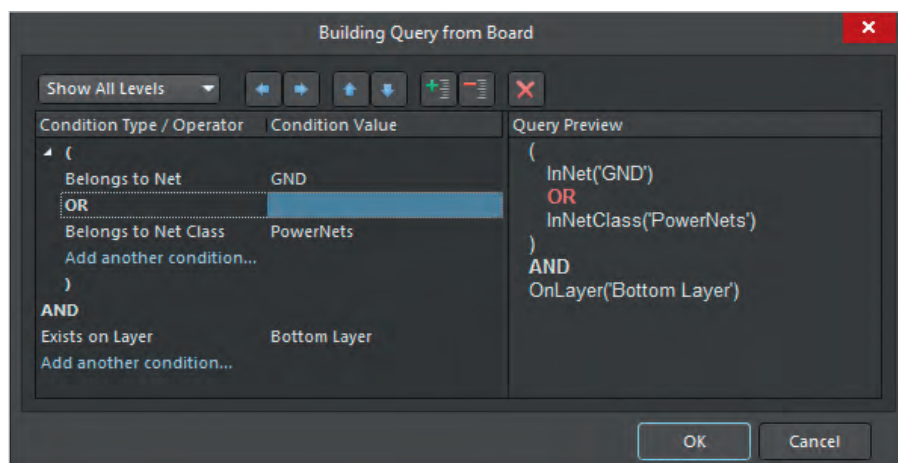
Преимущества помощника *Query Helper* заключаются в следующем. Во-первых, он поддерживает удобный поиск требуемой функции. Во-вторых, реализована быстрая вставка в строку запроса операторов и найденных функций. И в-третьих, имеется возможность проверки синтаксиса запроса. Рассмотрим подробнее принцип работы с помощником.

Область поиска и выбора содержит наименования и краткие описания функций и объектов. Её содержимое соответствует тому элементу среды AD, откуда было вызвано окно *Query Helper*. Например, на рисунке 1 изображено окно помощника, вызванного из панели *PCB Filter*, доступной в редакторе плат, поэтому здесь могут отображаться PCB-функции, объекты текущей печатной платы и системные функции. Таблица отображает функции или объекты, соответствующие категориям, выбранной в меню категорий. В графе *Name* отображается имя, а в графе *Description* – краткое описание. Отсюда же доступна справка по функциям. Чтобы её открыть, нужно выделить в таблице функцию и нажать клавишу *F1*, после чего в браузере откроется страница справки по выбранной функции из раздела *Documentation* сайта компании Altium.

Значительно облегчает поиск функции или объекта строка ввода *Mask*, расположенная под таблицей. После ввода маски содержимое таблицы ограничивается не только категорией, но и маской. При этом поиск по маске производится как среди имён, так и среди кратких описаний. Строка ввода маски поддерживает символы замены «?» и «*».

После того как необходимая функция была найдена, её можно вставить в строку запроса, дважды щёлкнув по ней левой кнопкой мыши (ЛКМ) в таблице. При этом необходимо иметь в виду, что функция будет вставлена туда, где находится курсор, поэтому перед совершением вставки необходимо убедиться, что курсор находится в нужной позиции. То же самое касается вставки операторов: их можно встраивать в строку запроса, нажав соответствующую кнопку. При этом также необходимо следить, где именно располагается курсор. Естественно, возможность автоматической вставки функций, параметров или операторов не отменяет необходимости ручного редактирования строк: здесь зачастую необходимо как минимум проставлять скобки и кавычки, прописывать численные параметры и т.д.

Очевидно, что при построении сложных запросов легко допустить ошибку. Чтобы проверить строку запроса, необходимо нажать кнопку *Check Syntax* – в результате будет запущен процесс проверки синтаксиса, и по его окончании откроется окно с соответствующим отчётом. Если ошибок найдено не будет, то данное окно будет содержать сообщение

Рис. 2. Окно мастера запросов *Query Builder*

«*Expression is OK!*». При наличии же ошибки в отчёте будет приведено её описание.

После того как запрос сформирован, остаётся лишь нажать кнопку *OK*, в результате чего окно помощника закроется, а строка запроса скопируется в поле запроса того элемента среды *AD*, откуда окно помощника было вызвано.

Продemonстрируем описанное ранее на примере построения строки запросов, приведённой в поле *Query* на рисунке 1. В данном случае алгоритм действий после запуска окна помощника может быть следующим:

1. В поле ввода *Mask* необходимо ввести маску **kind** и путём перебора категорий найти функцию *IsObjectKind* в категории *Object Type Checks*.
2. Чтобы убедиться, что это и есть нужная функция, следует выбрать её в таблице, нажать клавишу *F1* и изучить страницу справки. Убедившись, что указанная функция представляет собой именно то, что нужно, следует совершить на ней двойной щелчок ЛКМ, в результате чего она отобразится в поле запроса в виде *IsObjectKind()*.
3. Поскольку входной параметр представляет собой текстовую строку, необходимо вписать внутри скобок две одинарные кавычки: *IsObjectKind(")*.
4. В поле ввода *Mask* следует ввести маску *component* и путём перебора категорий найти нужную функцию в категории *Fields*.
5. Убедившись, что курсор находится строго между одинарными кавычками, нужно совершить в таблице двойной щелчок ЛКМ на функции *Component*, в результате чего она будет вставлена в качестве параметра в запрос: *IsObjectKind('Component')*.

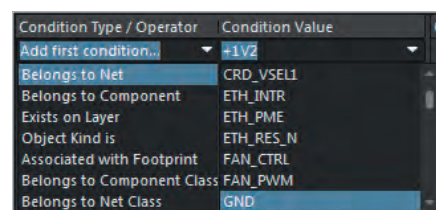
6. Переместить курсор в конец строки запроса и щёлкнуть ЛКМ по кнопке оператора *And*, в результате чего этот оператор встроится в конец строки: *IsObjectKind('Component') And*.
7. В поле ввода *Mask* необходимо ввести маску **lock** и путём перебора категорий найти функцию *Locked* в категории *Fields*.
8. Переместить курсор в конец строки запроса и дважды щёлкнуть ЛКМ в таблице по найденной функции, в результате чего она встроится в конец строки: *IsObjectKind('Component') And Locked*.
9. С помощью кнопки *Check Syntax* следует запустить проверку синтаксиса получившейся строки.
10. Если проверка прошла успешно, нужно закрыть окно помощника путём нажатия кнопки *OK*. Сформированная строка запроса скопируется в поле *Filter* панели *PCB Filter*, откуда окно помощника и было открыто [3, 4].

МАСТЕР ЗАПРОСОВ *QUERY BUILDER*

Окно мастера запросов *Query Builder* (см. рис. 2) доступно при нажатии следующих кнопок:

- **Builder** – в панелях *PCB Filter* и *PCBLIB Filter*;
- **Query Builder...** – в области *Where The ... Object Matches* редактора правил.

Принцип работы с мастером запросов несколько отличается от принципа работы с помощником. Пользователь также строит запросы, но оперирует при этом не функциями, а условиями, и уже на основе этих пользовательских запросов формируются текстовые строки запросов. Удобство здесь в том, что условия являются гораздо более удобо-

Рис. 3. Выбор типа и значения условия в окне мастера запросов *Query Builder*

читаемыми и понятными, чем функции. Условия состоят из типа и значения. Каждому условию соответствует определённая функция. Значениями условий являются объекты печатной платы или посадочного места.

Основную часть окна мастера запросов (см. рис. 2) занимают область построения запросов (слева) и область предпросмотра (справа). Нетрудно заметить, что здесь запросы формируются вертикально. Таблица запросов состоит из двух столбцов: *Condition Type / Operator* (тип условий и операторы) и *Condition Value* (значения условий). Каждая строка таблицы соответствует условию или содержит оператор. Здесь же, в графе *Condition Type / Operator* располагаются опции добавления условий. Область предпросмотра отображает запрос в текстовой форме. Его содержимое формируется автоматически и динамически обновляется при внесении любых изменений в области построения запросов.

Формирование запроса в окне мастера производится следующим образом. Сразу после его запуска таблица условий содержит только одну строку с выпадающим меню *Add first condition...*. Чтобы добавить первое условие, необходимо раскрыть это выпадающее меню и выбрать тип условия (см. рис. 3). После этого в той же строке, но в графе *Condition Value* отобразится значение условия по умолчанию. Чтобы его изменить, необходимо активировать ячейку, раскрыть выпадающий список и выбрать в нём нужное значение (см. рис. 3). Добавление второго или любого последующего условий производится точно так же, только соответствующее меню будет называться *Add another condition...*

При добавлении последующего условия между строк условий автоматически встраивается строка оператора. По умолчанию всегда добавляется оператор *And*. Его можно заменить на оператор *Or* также через выпадающий список.

Уже существующие условия можно менять. Для этого нужно активиро-

вать соответствующую ячейку в графе *Condition Type / Operator*, раскрыть выпадающий список и выбрать новый тип условия. При этом нужно помнить, что значение условия в графе *Condition Value*, скорее всего, тоже придётся поменять.

Чтобы добавить скобки, необходимо выбрать соответствующую часть запроса (одно или несколько условий) и нажать кнопку  (*Increase Indent*) или воспользоваться сочетанием клавиш *Ctrl*+*→*. Удаление скобок производится с помощью кнопки  (*Decrease Indent*) или сочетания клавиш *Ctrl*+*←*. Для сдвига выделенных условий вверх или вниз предназначены кнопки  (*Move Up*) и  (*Move Down*) или сочетания клавиш *Ctrl*+*↑* и *Ctrl*+*↓* соответственно. Удалить условия можно кнопкой  (*Delete*) или клавишей *Del*.

После того как запрос сформирован, остаётся лишь нажать кнопку *OK*, в результате чего окно мастера построения запросов закроется, а текстовая строка скопируется в поле запроса того элемента среды AD, откуда окно мастера было вызвано.

Продemonстрируем процесс построения запроса в мастере на основе примера, приведённого на рисунке 3. В дан-

ном случае алгоритм действий после запуска окна редактора запросов может быть следующим:

1. Для добавления первого условия нужно раскрыть выпадающее меню *Add first condition...* и выбрать в нём пункт *Belongs to Net*.
2. В ячейке значения первого условия необходимо раскрыть список и выбрать пункт *GND*.
3. Для добавления второго условия следует раскрыть выпадающее меню *Add another condition...* и выбрать в нём пункт *Belongs to Net Class*.
4. В ячейке значения второго условия нужно раскрыть список и выбрать пункт *PowerNets*.
5. Для добавления третьего условия необходимо снова раскрыть выпадающее меню *Add another condition...* и выбрать в нём пункт *Exists on Layer*.
6. В ячейке значения третьего условия следует раскрыть список и выбрать пункт *Bottom Layer*.
7. В ячейке оператора *And*, расположенной между строками первого и второго условий, нужно раскрыть выпадающий список и сменить оператор на *Or*.

8. Выделить одновременно строки первого и второго условий и заключить их в скобки сочетанием горячих клавиш *Ctrl*+*→*.

9. Закрытие окна мастера построения запросов следует осуществить нажатием кнопки *OK* – сформированный запрос в виде текстовой строки копируется в область *Where The Object Matches* редактора правил, откуда окно мастера было открыто [5].

Затронутая в статье тема очень обширна, и полностью осветить её на страницах журнала не представляется возможным, однако представленные общие сведения призваны помочь облегчить её освоение как новичкам, так и опытным пользователям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Altium. Documentation. Query Language Reference: www.altium.com/documentation.
2. Altium. Documentation. Query Operators: www.altium.com/documentation.
3. Altium. Documentation. Query Helper (PCB): www.altium.com/documentation.
4. Altium. Documentation. Query Helper (SCH): www.altium.com/documentation.
5. Altium. Documentation. Query Builder: www.altium.com/documentation.







Вся суть в размере!

Компактный поворотный переключатель 77-й серии



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



официальный дистрибьютор

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

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



РОССИЙСКАЯ НЕДЕЛЯ ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

23–26
апреля
2019

Россия, Москва,
ЦВК «Экспоцентр»



СВЯЗЬ

31-я международная выставка
«Информационные
и коммуникационные технологии»



НАВИТЕХ

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

Темы и тренды:

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

Реклама

12+

Подробнее
о выставке
«СВЯЗЬ»

www.sviaz-expo.ru

www.navitech-expo.ru

Подробнее
о выставке
«НАВИТЕХ»



Минкомсвязь
России



МИНПРОМТОРГ
РОССИИ



РОССВЯЗЬ



НП «ГЛОНАСС»
Федеральный сетевой оператор



ЭКСПОЦЕНТР



Измерение G-чувствительности кварцевых генераторов

Юрий Иванов, Аркадий Никонов,
Эльвира Князева (morion@morion.com.ru)

Важным требованием, предъявляемым к кварцевым генераторам, является обеспечение высокой стабильности частоты генерируемых колебаний, определяющей точность и разрешающую способность радиолокационных и радионавигационных систем, погрешность измерений в устройствах измерительной техники, качественные характеристики и надёжность систем связи, радиовещания и телевидения. Эта стабильность зависит от многих факторов, включая ускорение, приложенное к генератору, которое может проявляться в виде постоянного ускорения, вибрации, ударов, перемещения, наклона или вращения. Именно такое влияние на стабильность частоты рассматривается в данной статье.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ G-ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ. ВЕКТОРНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ

Зависимость стабильности частоты кварцевых генераторов от воздействия ускорения или вибрации особенно критична для некоторых применений, например при работе на подвижной технике. Данный параметр принято называть G-чувствительностью генератора. Он определяется как относительное изменение выходной частоты генератора при воздействии ускорения $1g$. Величина возникшего частотного сдвига при этом может варьироваться от 10^{-8} до 10^{-11} на $1g$.

G-чувствительность является векторной величиной, т.к. зависит не только от значения, но и от направления ускорения относительно трёх взаимно перпендикулярных осей генера-

тора. Таким образом, наибольший сдвиг частоты генератора произойдёт, в случае если приложенное ускорение направлено параллельно вектору G-чувствительности. Величину и ориентацию вектора G-чувствительности Γ определяют путём измерения отдельных взаимно ортогональных компонент в осях x, y, z . (см. рис. 1) [1].

Методы измерения 2G tipover

Самый простой способ оценить G-чувствительность генератора по одной из осей (G_x, G_y, G_z) – измерить изменение частоты генератора вследствие поворота вокруг этой оси (2G tipover test). Поскольку во время переворота ускорение изменяется на $2g$, то для вычисления G-чувствительности по этой оси потребуется поделить на 2

полученное изменение частоты генератора. Для получения Γ следует провести подобный замер для всех трёх осей и вычислить его величину по формуле:

$$\Gamma = \sqrt{G_x^2 + G_y^2 + G_z^2} [2].$$

На рисунке 2 представлен пример прописи частоты во время нескольких последовательных поворотов вокруг одной оси. Полученный сдвиг частоты составляет $0,89 \times 10^{-9}$ – таким образом, G-чувствительность вдоль этой оси будет составлять $0,45 \times 10^{-9}$. Для других осей подобные результаты составили $0,3 \times 10^{-9}$ и $0,21 \times 10^{-9}$ – соответственно, Γ генератора будет равен $0,58 \times 10^{-9} g$.

Несомненным достоинством этого метода является его простота: подобное измерение можно провести без дополнительных приборов прямо на столе. К сожалению, данный метод не универсален, т.к. генераторы с низкой температурной стабильностью демонстрируют дополнительные изменения частоты, не зависящие от G-чувствительности резонатора, которые вызваны изменением температуры вследствие конвекции воздуха в генераторе. Помимо этого, необходимо понимать, что для расчёта G-чувствительности необходимо брать отсчёты частоты непосредственно до и после поворота. Метод 2G tipover применим для измерения G-чувствительности термостатированных высокостабильных генераторов – результаты при этом хорошо совпадают

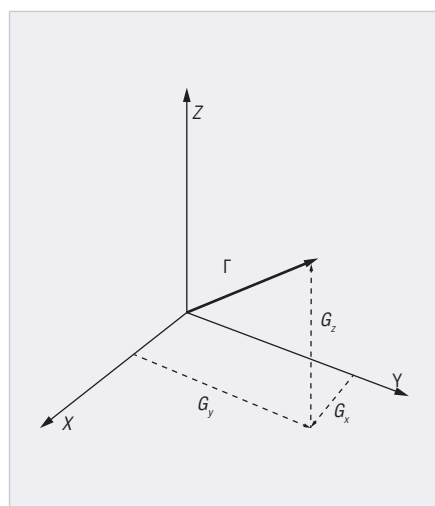


Рис. 1. Векторное представление G-чувствительности

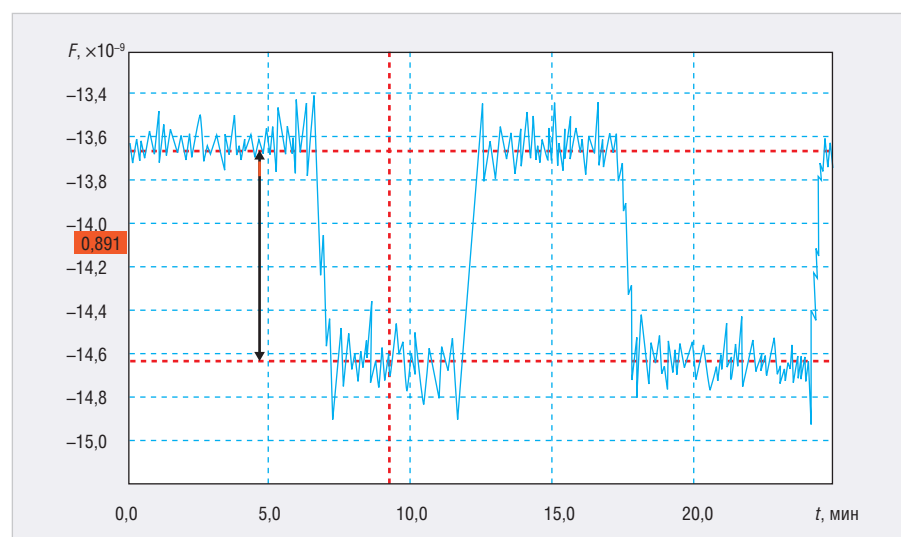


Рис. 2. Результаты испытания G-чувствительности по одной оси методом переворота

ют с результатами измерения другими способами (см. табл. 1).

Автоматизированный стенд

На рисунке 3 представлены схема и изображение автоматизированного стенда для проведения испытания методом 2G tipover.

Данный стенд обеспечивает автоматический поворот вокруг каждой из трёх осей генераторов и снятие частоты непосредственно до и после поворота. Помимо этого, в стенде предусмотрены места сразу для 15 генераторов.

Измерения при постоянном вращении

Ещё одним из возможных вариантов измерения G-чувствительности являются измерения при постоянном вращении, за счёт которого температура равномерно распределяется внутри объёма генератора, что позволяет более точно оценить результат воздействия ускорения.

На рисунке 4 изображён стенд для проведения подобного испытания. Генератор помещается внутрь стенда, во время вращения его частота фиксируется с помощью счётчика частоты. Также в данном стенде предусмотрена возможность изменения скорости вращения. Во время вращения генератора в подобной установке частота изменяется по синусоидальному закону. При этом каждое измерение содержит влияние воздействия сразу по 2 осям.

Результаты снятия частоты во время вращения вокруг одной из осей в данном стенде представлены на рисунке 5. Расчёты при этом более сложны, т.к. в результате каждого вращения происходит изменение ускорения сразу вдоль двух осей. Тем самым результаты такого метода являются менее наглядными. Также необходимо иметь в виду, что при высокой скорости вращения должно быть установлено очень малое время счёта частоты, а это может привести к большой погрешности измерения.

Описанные методики измерения G-чувствительности при перевороте пригодны только для измерений низкочастотных генераторов (<30 МГц) с хорошей температурной стабильностью.

Косвенный метод измерения

Другим подходом к измерению G-чувствительности является косвенный метод, позволяющий рассчитать

Таблица 1. Результаты измерений G-чувствительности

Способ	100 МГц (MV136)			10 МГц (MV209)		
	DUT № 1	DUT № 2	DUT № 3	DUT № 4	DUT № 5	DUT № 6
2G tipover	$7,6 \times 10^{-10}$	$6,5 \times 10^{-10}$	1×10^{-9}	5×10^{-10}	6×10^{-10}	$5,1 \times 10^{-10}$
Постоянное вращение	$4,5 \times 10^{-10}$	$5,4 \times 10^{-10}$	$4,4 \times 10^{-10}$	$4,7 \times 10^{-10}$	$6,6 \times 10^{-10}$	$5,7 \times 10^{-10}$
Измерение фазовых шумов ШСВ	$3,3 \times 10^{-10}$	$2,2 \times 10^{-10}$	$5,5 \times 10^{-10}$	$5,8 \times 10^{-10}$	$6,6 \times 10^{-10}$	$5,2 \times 10^{-10}$
Измерение фазовых шумов SIN	3×10^{-10}	$2,6 \times 10^{-10}$	$5,3 \times 10^{-10}$	6×10^{-10}	$6,5 \times 10^{-10}$	$5,5 \times 10^{-10}$

Примечание: DUT – испытуемое устройство; ШСВ – широкополосная синусоидальная вибрация.

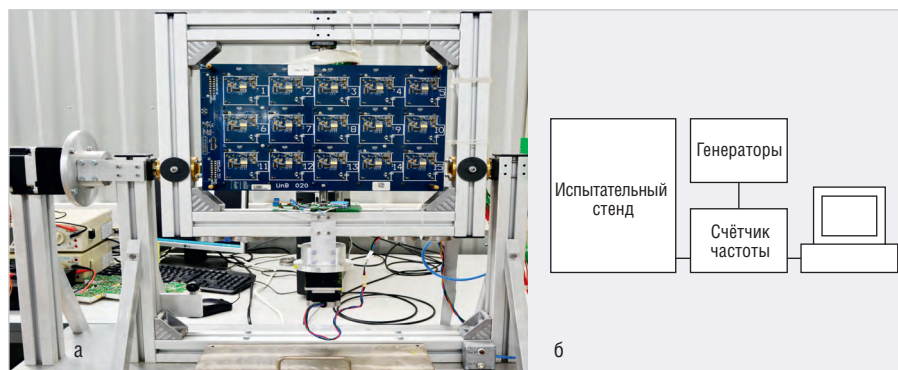


Рис. 3. Автоматизированный стенд для испытания G-чувствительности (2G tipover test): а) общий вид; б) структурная схема

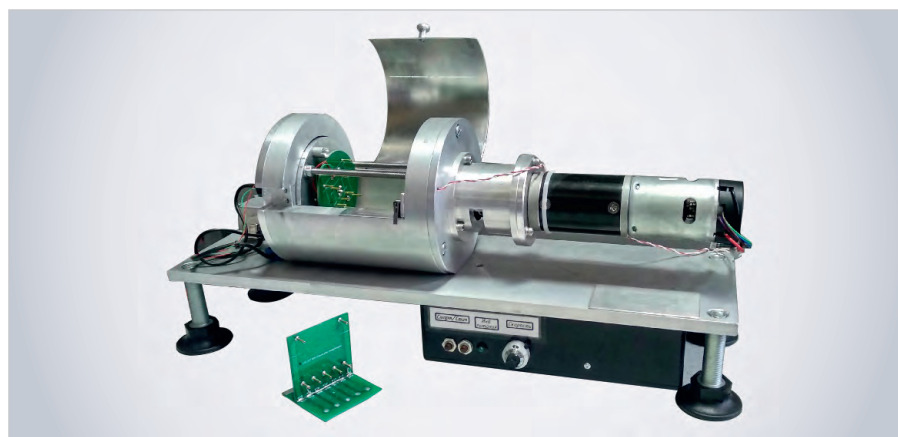


Рис. 4. Автоматизированный стенд для испытания G-чувствительности с постоянным вращением

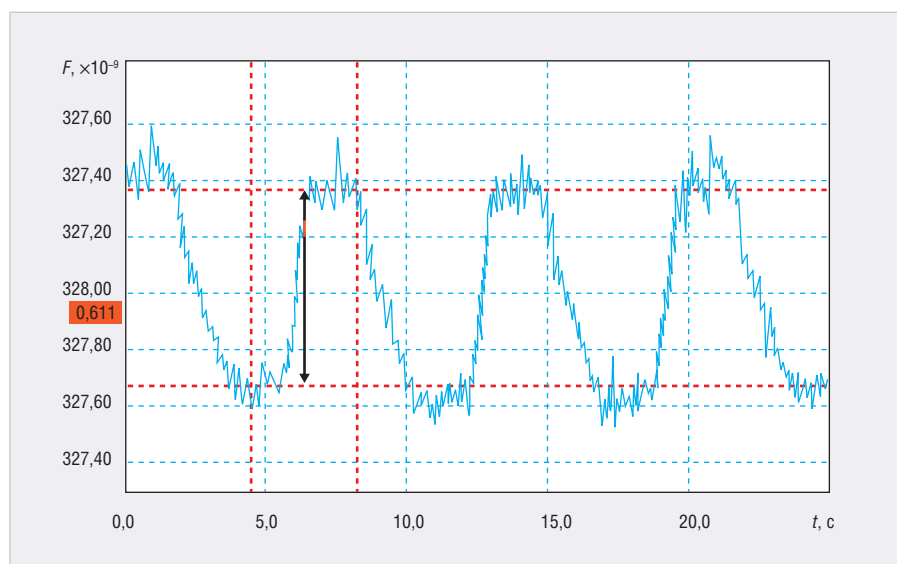


Рис. 5. Результаты испытания в автоматизированном стенде с постоянным вращением

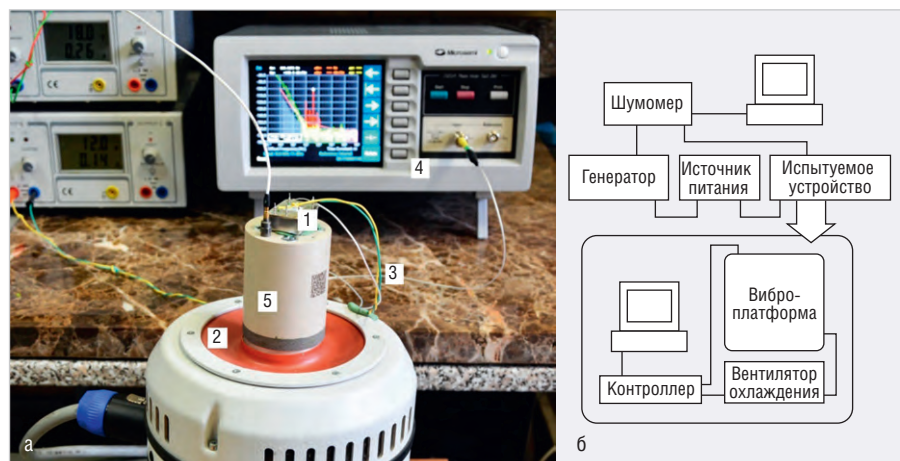


Рис. 6. Стенд для измерения уровня фазовых шумов под воздействием вибрации: а) общий вид; б) структурная схема

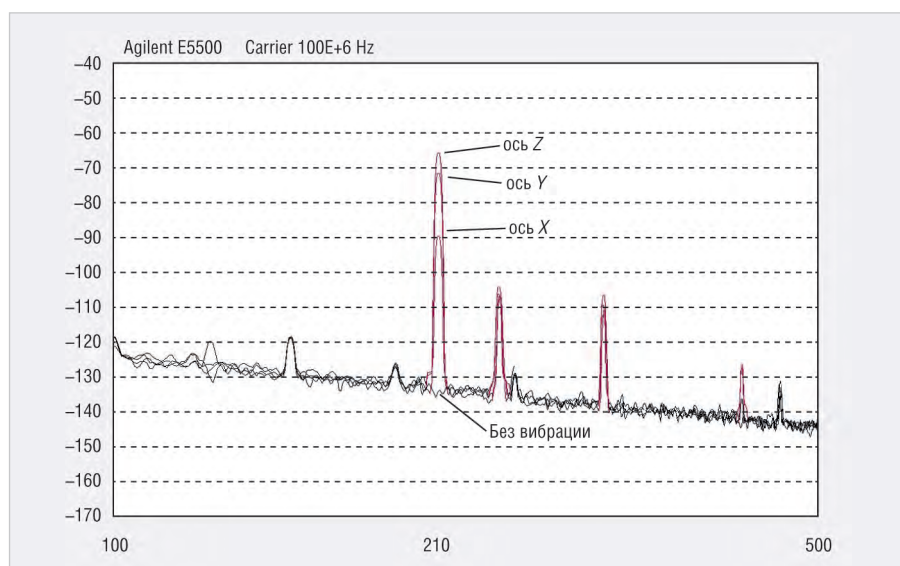


Рис. 8. Результаты измерения фазовых шумов под воздействием синусоидальной вибрации

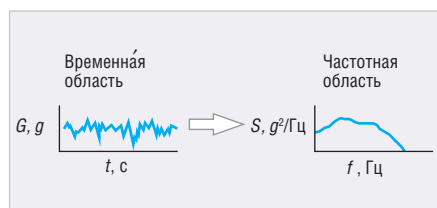


Рис. 9. Спектр вибрации, случайным образом распределённой по диапазону частот

её на основе оценки уровня фазовых шумов под воздействием вибрации.

Как уже было сказано, при приложении ускорения к генератору происходит сдвиг частоты (Δf), пропорциональный величине ускорения и зависящий от его направления. Определяется как:

$$\frac{\Delta f}{f_0} = \Gamma \times a = y,$$

где f_0 – частота генератора без воздействия, a – приложенное ускорение, Γ – вектор G-чувствительности, y – сдвиг частоты [3].

Стоит обратить внимание, что в данном случае может появиться погрешность, обусловленная изменением уровня фазовых шумов (ФШ) генератора под влиянием не только приложенной к нему вибрации, но и различных шумов в тракте сигнала.

На рисунке 6 показаны стенд для испытаний фазовых шумов под воздействием вибрации и структурная схема измерений.

Генератор 1 (см. рис. 6а), установленный на виброплатформу 2, подвергается воздействию вибрации (синусоидальной или широкополосной), параметры которой задаются перед началом испытания. К этим параметрам относятся амплитуда и частота вибрации (для широкополосной – диапазон частот). Особое внимание стоит обратить на коаксиальные кабели 3, соединяющие генератор с измерительной системой 4. Все провода должны быть надёжно закреплены, чтобы

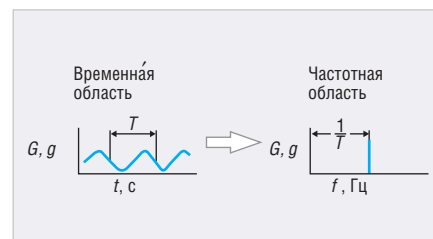


Рис. 7. Появление дополнительной боковой полосы на частоте вибрации

не возникало дополнительных изменений фазы.

Специальное приспособление 5 из инженерного пластика ZEDEX для крепления генераторов к вибростенду позволяет избежать магнитных наводок от самого стенда на низких частотах.

Синусоидальная вибрация

При воздействии синусоидальной вибрации в спектре сигнала появляются дополнительные боковые полосы на частоте вибрации (см. рис. 7), уровень которых можно измерить с помощью узкополосного анализатора спектра или измерителя фазовых шумов.

Вычислить G-чувствительность вдоль одной из осей генератора можно по следующей формуле:

$$G = \frac{2 \times f_v}{A \times f_0} \times 10^{\frac{L(f_v)}{20}},$$

где A – пиковое значение приложенного ускорения, f_v – частота вибрации, $L(f_v)$ – уровень фазовых шумов на частоте вибрации [3].

На рисунке 8 показаны результаты оценки уровня фазовых шумов под воздействием синусоидальной вибрации с частотой 210 Гц и амплитудой 5g. Таким образом, измерив уровень фазовых шумов, можно рассчитать G-чувствительность генератора:

$$G_x = \frac{2 \times f_v}{A \times f_0} \times 10^{\frac{L(f_v)}{20}} = \frac{2 \times 210}{5 \times 100 \times 10^6} \times 10^{-90} = 0,26 \times 10^{-10} / g;$$

$$G_y = \frac{2 \times f_v}{A \times f_0} \times 10^{\frac{L(f_v)}{20}} = 2,10 \times 10^{-10} / g;$$

$$G_z = \frac{2 \times f_v}{A \times f_0} \times 10^{\frac{L(f_v)}{20}} = 4,21 \times 10^{-10} / g;$$

$$\Gamma = \sqrt{G_x^2 + G_y^2 + G_z^2} = \sqrt{\frac{G_x^2}{2} + \frac{G_y^2}{2} + \frac{G_z^2}{2}} = 4,7 \times 10^{-10} / g.$$

Широкополосная синусоидальная вибрация

Для оценки G-чувствительности также можно применять и широкополосную вибрацию. В таком случае вибрация случайным образом распределена по диапазону частот, фаз, амплитуд (см. рис. 9), и ускорение может быть описано его спектральной плотностью мощности $S_a(f)$ [4].

Воздействие случайной вибрации на фазовый шум определяется по формуле:

$$20 \log(G \frac{f_0}{f_v} \sqrt{\frac{S_a(f_v)}{2}}).$$

Тогда формула для G-чувствительности будет иметь следующий вид:

$$\Gamma = \frac{f_v}{f_0} \sqrt{\frac{2}{S_a(f_v)}} \times 10^{\frac{L(f_v)}{20}},$$

где $S_a(f_v)$ – спектральная плотность мощности (СПМ) случайного ускорения ($g^2/Гц$) [3].

На рисунке 10 изображена деградация фазовых шумов генератора при воздействии на него широкополосной синусоидальной вибрации в диапазоне 50...200 Гц и среднеквадратичной СПМ 0,17 $g^2/Гц$.

Фазовые шумы под воздействием вибрации

Следует понимать, что уровень фазовых шумов зависит в первую очередь от G-чувствительности генератора и приложенной вибрации, а не от уровня фазовых шумов самого генератора. Так, например, два генератора на 100 МГц с разным уровнем фазовых шумов –129 дБн/Гц и –149 дБн/Гц на 100 Гц от несущей частоты и одинаковой величиной G-чувствительности $1 \times 10^{-9}/g$ при приложенной вибрации с амплитудой 5g будут иметь одинаковый уровень фазовых шумов –52 дБн/Гц на 100 Гц. А генератор с G-чувствительностью $3 \times 10^{-10}/g$ будет иметь уровень фазовых шумов –63 дБн/Гц на 100 Гц.

На рисунке 11 видно, что у генератора (голубая кривая) с низкой G-чувствительностью уровень фазовых шумов при воздействии ускорения ниже, чем у генераторов с высокой G-чувствительностью.

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ

В таблице 1 приведены результаты измерения нескольких генераторов всеми описанными в статье методами.

Для 10 МГц генераторов результаты примерно одинаковы, в то время как для 100 МГц приборов результаты измерений на переборот показывают боль-

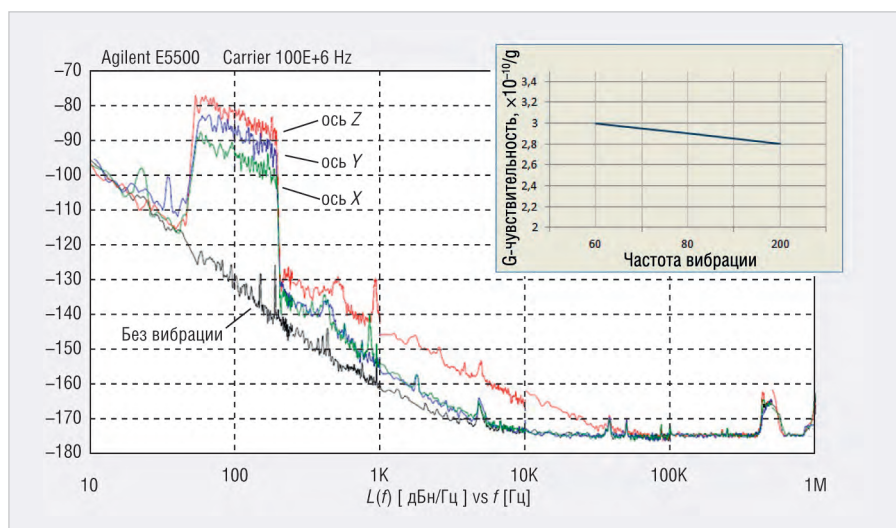


Рис. 10. Результат измерения фазовых шумов под воздействием широкополосной вибрации

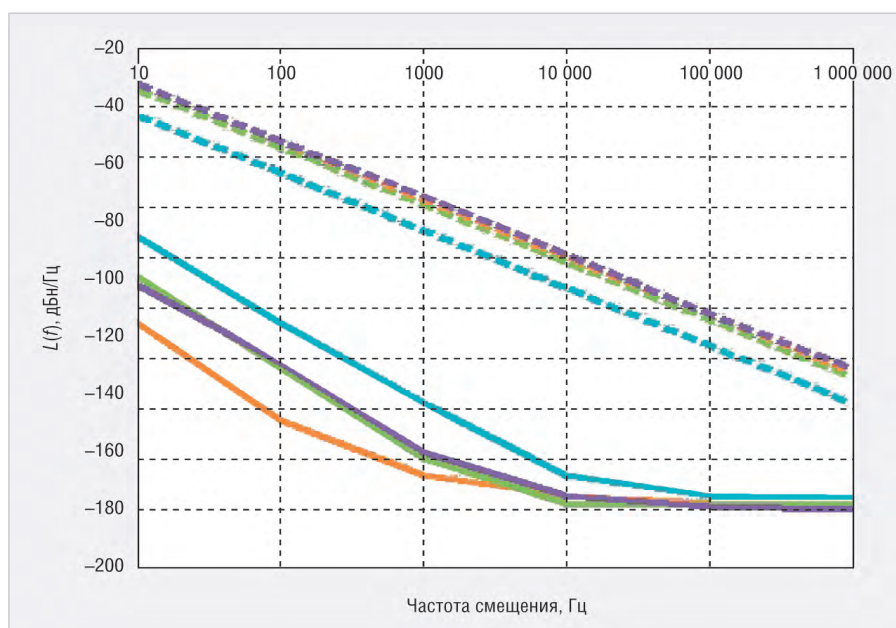


Рис. 11. Фазовые шумы генераторов с различной G-чувствительностью

шие величины, чем косвенные методы измерений по уровню фазовых шумов.

Результат измерения G-чувствительности при синусоидальной вибрации менее подвержен воздействию тепловых процессов, таких как конвекция, и позволяет наиболее точно оценить G-чувствительность генератора.

На сегодняшний день АО «Морион» может предложить генераторы с низкой G-чувствительностью (см. табл. 2).

ЛИТЕРАТУРА

1. Fry S. Acceleration Sensitivity Characteristics of Quartz Crystal Oscillators. GreenRay Industries Inc. 2006.
2. Filler R.L. The acceleration sensitivity of quartz crystal oscillators: a review. IEEE Transactions on ultrasonics, ferroelectrics and frequency control. Vol. 35. № 3. May 1998.
3. Vig J.R. Quartz crystal resonators and oscillators: a tutorial, US Army. Communications-Electronics Research, Development & Engineering Center Fort Monmouth, NJ, USA. March 2004.
4. Hati A. PM Noise of Oscillators and Components in the Presence of Vibration. NIST. 2009.

Таблица 2. Генераторы с низкой G-чувствительностью производства АО «Морион»

Тип генератора	Частота, МГц	G-чувствительность, /g
MV207	10	$<0,5 \times 10^{-9}$
MV209	10	$<0,5 \times 10^{-9}$
MV317	100	$<3 \times 10^{-10}$

НОВОСТИ МИРА

Правительство РФ предпочитает конкурентную модель развития 5G

Российское правительство считает конкурентную модель по созданию и внедрению сети пятого поколения в России предпочтительным вариантом – об этом журналистам сообщил вице-премьер Максим Акимов.

Ранее Минкомсвязь представила ряду министерств концепцию развития сети 5G, предполагающую создание частного единого инфраструктурного оператора из-за не-

хватки частотного спектра в России. В министерстве считают эту модель в условиях дефицита свободных частот единственно возможной. Минкомсвязь готова пересмотреть концепцию в пользу более конкурентного распределения, если на самом высоком уровне будет создан национальный комитет по 5G (предложение по его созданию вице-премьер Максим Акимов высказал в январе) и будет принято решение расчитать частоты под 5G так, чтобы хватило каждому оператору.

Максим Акимов также сообщил, что финальное решение по выбору развития сети будет принято, когда разрешится вопрос расписки частот и коммерциализации технологий для работы с 5G.

Согласно паспорту нацпрограммы «Цифровая экономика РФ», концепция создания и развития сетей 5G должна быть утверждена до 31 марта 2019 года в рамках федерального проекта «Информационная инфраструктура», а диапазон частот – до 30 сентября 2019 года. В декабре 2018 года Государственная комиссия по радиочастотам решила без конкурса выделить частоты для тестирования 5G единому инфраструктурному оператору, если его создадут операторы связи. В ноябре 2018 года «Ростелеком» и «Мегафон» объявили о планах совместного развития сетей 5G в России, а в январе 2019 года – о создании совместного предприятия.

Согласно отчёту Ericsson Mobility Report, свыше 40% мирового населения к концу 2024 года будут жить в зоне действия сетей 5G, и в этих сетях будет обрабатываться четверть мобильного трафика. По данным отчёта, лидерами в области 5G в ближайшие годы будут Северная Америка и Северо-Восточная Азия.

Новости Интернета вещей

«Евроцемент групп» внедряет систему мониторинга на базе RFID-меток «Микрона»

На 14 российских предприятиях холдинга «Евроцемент групп» внедряется система мобильного мониторинга производственного оборудования на базе RFID-меток «Микрона» для проведения техосмотров. Первыми заводами, где промаркировали более 1000 производственных установок, стали «Липецкцемент» и «Кавказцемент».

Объекты, подлежащие контролю, маркируются усиленными RFID-метками высокочастотного и ультравысокочастотного диапазона. Метки разработаны под проект и запущены в серийное производство в 2018 году. Считывание и запись на метку эксплуатационных характеристик оборудования осуществляется через мобильные устройства идентификации оборудования.

В настоящее время RFID-системы и продукция «Микрона» успешно применяются в различных отраслях для решения таких задач, как инвентаризация, логистика и прослеживаемость товаропотоков, управление доступом, автоматизация техпроцессов, контроль контрафакта, цифровизация промышленных и сельскохозяйственных предприятий и др.

Пресс-служба ПАО «Микрон»



Магнитодиэлектрики MICROMETALS

Применение сердечников Micrometals гарантирует:

- снижение стоимости индуктивных компонентов
- повышение надёжности аппаратуры
- снижение потерь на 30...50% по сравнению с ферритами
- оптимизацию конструкции и уменьшение габаритов индуктивных компонентов



ProCHIP
POWERED BY ProSOFT

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР
АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА
(495) 232-2522 • INFO@PROCHIPRU • WWW.PROCHIPRU



Реклама

ТОЧНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ – ОСНОВА КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ

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

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ

- MetrolExpo
- Control&Diagnostic
- ResMetering
- LabTest
- PromAutomatic

ВСЕРОССИЙСКИЙ СЪЕЗД МЕТРОЛОГОВ И ПРИБОРОСТРОИТЕЛЕЙ

ОРГАНИЗАТОРЫ:

**МИНПРОМТОРГ
РОССИИ**

РОССТАНДАРТ



РОССТАНДАРТ

ВЕСОВОЙ САЛОН

E-mail: metrol@expoprom.ru

реклама

Защита инноваций, инвестиций, бизнеса авторским правом

Часть 1

Геннадий Фокин (finas@live.ru)

Одними из ключевых вопросов в сфере креативности, автоматизации, искусственного интеллекта, инновационной и цифровой экономики являются менеджмент интеллектуальной собственности и защита инвестиций, инноваций, бизнеса авторским правом. Если исключительные права входят в состав нематериальных активов предприятия, то это интеллектуальные активы (имущественный комплекс) бизнеса. Если исключительное право принадлежит автору (физическому лицу), то это его конкурентные преимущества на рынке труда и «золотой парашют», признание и подтверждение учёной степени, дивиденды креативности.

Исключительные (интеллектуальные имущественные) права признаются в отношении результатов интеллектуальной деятельности (РИД) – общая правовая норма статьи 1226 ГК РФ. Признание исключительных прав в отношении изобретений, полезных моделей, промышленных образцов, селекционных достижений осуществляется путём оформления патентов, но это лишь 15% рынка гражданского оборота интеллектуальной собственности (ГОИС) и проблема издержек производства без добавленной стоимости и конкурентных преимуществ продуктов, товаров, услуг.

В отношении произведений науки, литературы, искусства, программ для ЭВМ, баз данных, топологий интегральных микросхем, ноу-хау компетентное признание и документальное подтверждение исключительного права также необходимы – тем более что это уже более 70% рынка ГОИС в составе результатов научно-технической деятельности (РНТД) и 100% культурных, социальных ценностей. Для компетентного признания интеллектуальных прав на объекты авторского и смежного права используется только оценка соответствия РИД условиям охраны авторским, смежным, патентным правом и объективная сертификация правоподтверждающих документов на соответствие правовым нормам, условиям договоров, требованиям, стандартам профессионального менеджмента интеллектуальной собственности серии «Интеллектуальная собственность и инновации» – иных процедур не существует.

Коммерциализации интеллектуальной собственности и защите интеллектуальных прав, инноваций, инвестиций и бизнеса, как правило, мешают правовая нигилизм, конфликт интересов и отсутствие или качество правоподтверждающих документов – последнее в этом аспекте особенно критично, т.к. стереотип приоритета «государственной бумаги с печатью» над заключением эксперта в предметной области себя не изжил. Однако окончательное решение по интеллектуальным правам и ГОИС всегда принадлежит суду и его решение всегда будет основываться не на «справке», а на экспертном заключении и вещественных доказательствах – правоподтверждающих документах. Существует более 260 различных правоподтверждающих документов для решения различных бизнес-задач, но предприятия и рынок используют не более полутора-двух десятков: нет специалистов чтобы правильно эти документы подготовить и интерпретировать, например для инвестора или арбитража.

Конфликт интересов будет всегда, но правовой нигилизм и качество правоподтверждающих документов вполне можно изменить на уровне здравого смысла, понимания правовых норм РФ, необходимых навыков и помощи профессионального сообщества.

Например, статья 1225 ГК РФ устанавливает исчерпывающий перечень РИД и средств индивидуализации, которым предоставляется правовая охрана, а по сути – может быть предоставлена в случае их соответствия требованиям

специальных правовых норм 4-й части ГК РФ (целесообразно обратить внимание на существенное отличие дефиниций «предоставляется охрана» и «может быть предоставлена охрана»).

В случае соответствия РИД условиям охраны авторским, смежным, патентным правом появляется интеллектуальная собственность (она всегда нематериальна) в объективной форме: произведения науки, литературы и искусства; программы для ЭВМ (и программные комплексы); базы данных; исполнения; фонограммы; сообщение в эфир или по кабелю радио- или телепередач (вещание организаций эфирного или кабельного вещания); изобретения; полезные модели; промышленные образцы; селекционные достижения; топологии интегральных микросхем; секреты производства (ноу-хау; не являются РИД и не приравнены к ним как средства индивидуализации) и технологии – сложные объекты гражданского оборота интеллектуальной собственности в составе результатов научно-технической деятельности (средства индивидуализации интеллектуальной собственностью не являются (у них нет автора) и интеллектуальную собственность не охраняют – это технические средства и способы маркировки; вместе с тем они в виде фирменных наименований, товарных знаков и знаков обслуживания, наименований мест происхождения товаров, коммерческих обозначений являются репутационной составляющей бизнеса и нематериальных активов предприятий, их объединений).

Если патентное право и патент всегда повышают издержки производства (патентные исследования, «зонтичные патенты», «патентные ландшафты» и «патентные войны»; растущие патентные пошлины; конфликт интересов инвесторов, исполнителей НИОКР и смежников – статьи 1370, 1371, 1373 ГК РФ), то авторское право – это только добавленная стоимость профессионализма и креативности, доходы реализации франшиз и лицензий на произ-



ведения науки, литературы, искусства, топологии интегральных микросхем, базы данных, программы для ЭВМ, методики, регламенты, стандарты, технологии и ноу-хау.

Поскольку интеллектуальная собственность нематериальна и является следствием творческой (креативной) интеллектуальной деятельности физического лица, то для признания (статья 1226 ГК РФ) и документального подтверждения интеллектуальных прав необходимо авторское свидетельство на произведение науки, литературы (включая программы для ЭВМ и программные комплексы) и искусства, базу данных, топологию интегральной микросхемы, техническое решение, селекционное достижение, технологию как сложный (по сути, составной, но не являющийся сборником) объект ГОИС.

Раньше авторское свидетельство было «аналогом» патента (только без имущественного права автора на интеллектуальную собственность, которое принадлежало государству), теперь это именной сертификат соответствия правовым нормам, условиям договоров и стандартам профессионального менеджмента интеллектуальной собственности (ПМИС) для объективного признания и подтверждения экспертным сообществом интеллектуальной собственности, интеллектуальных прав и личности первоначального правообладателя как физического лица согласно общим правовым нормам статьи 1228 ГК РФ – в целях реализации всех правовых норм гражданского, налогового, семейного, административного, уголовного и т.д. кодексов РФ, а также гражданского оборота, коммерциализации интеллектуальной собственности и управления рисками инвестиций в инновации, предпринимательской деятельности и договорной, финансово-хозяйственной, налоговой, арбитражной практики.

Есть авторское свидетельство – есть автор или соавторы; авторское свидетельство отсутствует – доказать наличие интеллектуальной собственности и принадлежность, соблюдение, отсутствие обременений интеллектуальных прав невозможно.

При этом авторское свидетельство не индульгенция на все случаи жизни, но распространяется на все охраняемые законом РИД, включая изобретения, полезные модели, селекционные достижения, и в любой их объектив-

ной форме, в отличие от патента, который применим только для технических решений, решений внешнего вида изделий, селекционных достижений и ограниченного круга бизнес-задач – как правило, это патентные войны на разорение конкурентов судебными издержками и обеспечительными мерами.

Авторское право может быть признано в отношении ноу-хау (запатентованное техническое решение (изобретение, полезная модель) и селекционное достижение предметом ноу-хау (секретов производства) быть не могут, т.к. патентование нарушает коммерческую тайну и конфиденциальность информации), топологий интегральных микросхем и произведений науки, литературы, искусства в объективной форме отчётов НИОКР, спецификаций и рецептов, стандартных образцов, методик и стандартов, публикаций, монографий, диссертаций, учебников и сборников, технических заданий и эскизных проектов, программ для ЭВМ, программных комплексов и баз данных, сценариев, презентаций, выставок, сайтов и сетевых интерактивных сервисов, графических, архитектурных, дизайнерских инсталляций и реализаций и т.д.

При этом, авторское свидетельство не нужно продлевать с затратами на государственную регистрацию, экспертизу технических решений и государственные пошлины, невозможно «перекрасить», оспорить и отозвать или игнорировать, как патент, что является несомненным достоинством для бизнеса. К тому же любое произведение или база данных могут иметь множество объективных форм существования РИД: от «клинописи» до проектной, конструкторской документации и РНТД в виде готовой продукции, сервисов или их каталогов. Казалось бы, проблем нет и не предвидится, однако рынок наполнен суррогатами авторских свидетельств от издательств, от авторских обществ по коллективному управлению авторскими правами. Между тем полноценное авторское свидетельство может быть оформлено только на основе спецификации РИД по стандартам АСМК.013МУ-2013 или СТО АСМК.021МУ-2015 и может использоваться для:

- оценки по АСМК.015МУ-2012 «АСМК. Оценка (стоимости) исключительного права на интеллектуальную собственность. Методические указания»;

- страхования рисков по АСМК.017МУ-2012 «АСМК. Страхование рисков и страховое возмещение ущерба правообладателей. Методические указания»;
- учёта нематериальных активов согласно ПБУ-14/2007 и арбитражной практике.

Авторское свидетельство является неотъемлемым приложением паспорта интеллектуальной собственности и франшизы по АСМК.014МУ-2015 «ПМИС. Паспорт интеллектуальной собственности, ноу-хау и франшизы. Назначение, оформление и использование для отражения охраноспособности РИД в режиме охраны авторским правом и их модификации без создания производных и составных произведений. Методические указания».

ОФОРМЛЕНИЕ АВТОРСКОГО СВИДЕТЕЛЬСТВА

Для оформления авторского свидетельства проще всего заключить лицензионный договор об использовании стандарта СТО.9003-10-2011 (система сертификации СДС ОИС, государственный регистрационный № РОСС RU.Ж157.04АД00) для оценки соответствия РИД и имеющихся документов, подтверждающих наличие, принадлежность и использование интеллектуальной собственности без нарушения интеллектуальных прав, для объективного признания интеллектуальных (авторских прав), ответить на вопросы эксперта-аудитора ПМИС и дождаться результатов оценки соответствия и оформления авторского свидетельства – как правило, это занимает не больше двух недель.

При этом оценка соответствия РИД условиям охраны авторским, смежным, патентным правом и имеющейся документацией осуществляется по вопросам признания:

- интеллектуальной деятельности и правовой охраны ее результатов;
- видовой принадлежности интеллектуальной собственности;
- принадлежности, обременений, соблюдения интеллектуальных прав;
- использования и рисков инвентарного учёта интеллектуальной собственности;
- возможности использования РИД в режиме ноу-хау (секретов производства);
- возможности оценки (стоимостной) имущественных интеллектуальных прав;

- возможности страхования рисков и страхового возмещения ущерба или убытков;
- ценности (эффективности, перспективности) интеллектуальной собственности;
- охраноспособности интегрированных в спецификацию РИД технических решений;
- реализации неотчуждаемых прав: авторства, доступа, отзыва, следования и т.д.

Авторское свидетельство оформляется бессрочно, поскольку авторское право действует в течение всей жизни автора и 70 лет после его смерти – дивидендов хватит на несколько поколений потомков, и всё это время авторское свидетельство актуально.

От автора при этом требуется заключить лицензионный договор, в электронном формате представить для проверки контрольный экземпляр РИД, его спецификацию и имеющуюся документацию, ответить на вопросы эксперта-аудитора ПМИС, самостоятельно депонировать (хранить) контрольный экземпляр и спецификацию РИД.

Для признания интеллектуальных прав с оформлением авторского свидетельства, как правило, достаточно спецификации РИД, однако для признания интеллектуальной собственности, созданной в порядке трудовых отношений и обязанностей, также необходимы трудовой договор, задание на интеллектуальную деятельность, отчёт о завершении и результатах интеллектуальной деятельности, договор соавторов о совместном распоряжении интеллектуальной собственностью, подтверждение использования ресурсов работодателя для создания его интеллектуальных активов и договор об отчуждении правопреемнику исключительного права на интеллектуальную собственность в порядке реализации правовых норм статей 1295, 1461, 1470 ГК РФ.

В общем случае спецификация РИД может иметь произвольную форму, но это затрудняет и затягивает оценку соответствия РИД условиям охраны авторским, смежным, патентным правом. Типовая форма спецификации РИД установлена стандартом АСМК.013МУ-2013 (методические указания) и приложениями СТО АСМК.021МУ-2015 «Система менеджмента качества. Создание интеллектуальной собственности и воз-

награждения работников согласно правовым нормам статьи 1295 и 1370 Гражданского кодекса РФ» в части объектов авторского и патентного права.

По результатам оценки соответствия автор и его правопреемник (например, работодатель или инвестор по договору авторского заказа или НИОКР) получают доказательство для предъявления, защиты интеллектуальных прав и коммерциализации интеллектуальной собственности путём отчуждения исключительного права или на условиях лицензионного договора, франшизы; реализацию требований к отсутствию плагиата (например, для соискателей или подтверждения учёных степеней) и личных неотчуждаемых интеллектуальных прав: долю в прибыли правопреемника (право следования), запрет эксплуатации интеллектуальных активов правопреемника (право отзыва), контроль использования интеллектуальных активов правопреемника (право доступа) и т.д.

При этом автор и его правопреемник могут получить бонусы: профессиональную поддержку финансово-хозяйственной, производственной, предпринимательской, инвестиционной, договорной, налоговой, арбитражной практики, включая непризнание, нарушение и утрату интеллектуальных прав, и страхования рисков нарушения, утраты авторских прав.

Именно авторское свидетельство характеризует креативность, ценность и имущественные права специалиста.

Юридическим лицам и работодателям

Если необходимо признание правообладателем исключительного (имущественного) права юридическому лицу или работодателя, то, кроме авторского свидетельства, работнику целесообразно оформить сертификат признания интеллектуальной собственности, ноу-хау или сертификат соответствия объектов и подтверждений интеллектуальной собственности с бонусом постановки корпоративного документооборота и/или подготовкой необходимой документации по АСМК.009МУ-2012, с паспортом интеллектуальной собственности и франшизы по АСМК.014МУ-2015, лицензионной политикой по АСМК.010МУ-2013 и комплектом доказательств для предпринимательской деятельности.

Произведением науки, литературы или искусства могут быть монографии и публикации, методики, учебные пособия и презентации, технические задания, рецептуры и спецификации, чертежи и изображения промышленного дизайна, ландшафтные проекты или пространственные, архитектурные формы, правила игр, сценарии – в общем случае любой завершённый РИД, имеющий творческую природу создания и объективную форму произведения.

Законодательство предоставляет произведениям охрану вне зависимости от их достоинств. Синхронизация отечественного законодательства с международной практикой позволила оформлять авторские свидетельства как сертификаты соответствия по правилам профильных систем сертификации (СДС), зарегистрированных в государственном реестре РФ. Теперь авторские свидетельства не только легализуют интеллектуальную собственность в объективной форме произведений, баз данных, ноу-хау, топологий интегральных микросхем, но и обеспечивают финансово-хозяйственную, инвестиционную, предпринимательскую деятельность и налоговую, арбитражную практику хозяйствующих субъектов правоподтверждающими документами.

Следуя правовому нигилизму, можно оформить авторское свидетельство «для галочки» от издателя монографии или общества по коллективному управлению авторскими правами. Разобравшись с рисками гражданского оборота интеллектуальной собственности, можно оформить авторское свидетельство на основе спецификации РИД (это ещё не паспорт интеллектуальной собственности, но уже необходимый комплект аргументов для признания и оценки интеллектуальных прав) с комплексной оценкой соответствия РИД условиям охраны авторским, смежным, патентным правом и консультационно-методической, юридической поддержкой автора, правопреемника, правообладателя.

На основании таких авторских свидетельств с 2006-го года даже страхуются риски и возмещаются ущерб, убытки страхователей, но это уже другая проблематика гражданского оборота и коммерциализации интеллектуальной собственности.

Во второй части статьи речь пойдёт о реализации авторских прав.



ChipEXPO-2019

КОМПОНЕНТЫ | ОБОРУДОВАНИЕ | ТЕХНОЛОГИИ

17-я
МЕЖДУНАРОДНАЯ
ВЫСТАВКА
ЭЛЕКТРОНИКИ

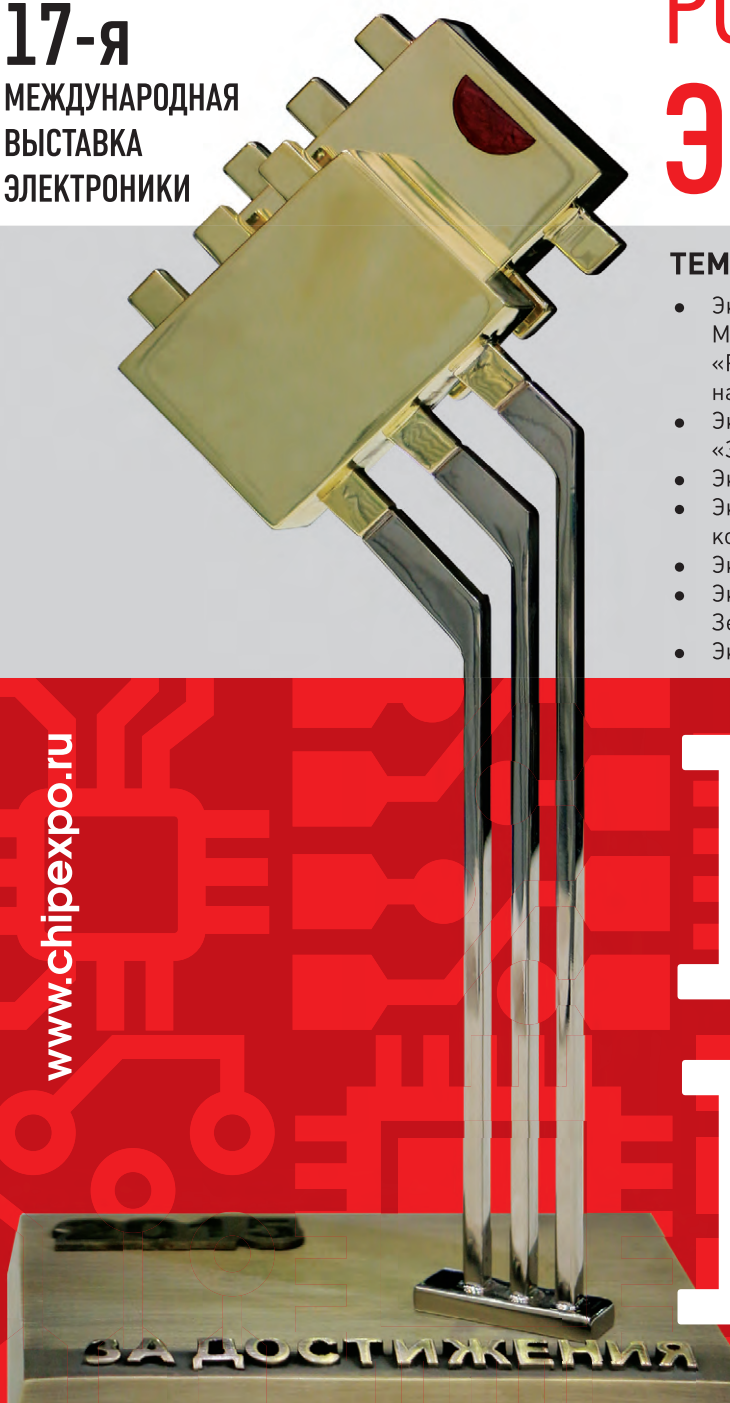
РОССИЯ | МОСКВА
ЭКСПОЦЕНТР

ТЕМАТИЧЕСКИЕ ЭКСПОЗИЦИИ

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

www.chipexpo.ru

16.10-
18.10



Реклама

«Территория NDT»: территория неразрушающего контроля

С 4 по 6 марта 2019 г. в ЦВК «Экспоцентр» (Москва) прошёл VI Международный промышленный форум «Территория NDT (Неразрушающий контроль. Испытания. Диагностика)».

Ежегодный форум «Территория NDT» является ведущей профессиональной площадкой для конструктивного диалога заинтересованных сторон и демонстрации новейших достижений и разработок.

На площади более 2500 м² свои новинки представили порядка 100 экспонентов – лидеров своего сегмента: разработчики и поставщики оборудования, сервисные компании, учебные и квалификационные центры, испытательные лаборатории, специализированные издания, национальные сообщества НК, профессиональные объединения, вузы, НИИ.

В настоящее время вопросы надёжности функционирования и продления срока службы промышленных объектов становятся всё более актуальными. Определяющим требованием заказчика является сочетание различных методов и средств для проведения своевременной и достоверной диагностики. Комплексирование результатов неразрушающего контроля, физико-механических испытаний и анализа структуры, мониторинга состояния, технического диагностирования является надёжной основой для обеспечения безопасной эксплуатации и прогнозирования ресурса.

Главная цель форума: увеличение вклада РОНК в повышение качества изготовления ответственных изделий

промышленности и безопасности эксплуатации техногенно-опасных объектов России.

Для достижения этой цели планируются следующие мероприятия:

1. Выявление отечественных конкурентоспособных инновационных технологий и средств НК и ТД для их возможного использования на высокотехнологичных отечественных предприятиях ОПК и ГК «Роскосмос», а также новых областей применения НК.
2. Выработка предложений и рекомендаций руководству Роскосмоса, Департаментов Минпромторга РФ и Ростехнадзора по использованию лучших отечественных приборных средств и практик применения технологий НК и ТД для обеспечения высокого качества изготовления изделий с применением передовых отечественных промышленных технологий.
3. Улучшение взаимодействия научных организаций, вузов, промышленных предприятий и органов государственной власти в области развития и применения технологий НК и ТД.

Деловая программа VI Международного промышленного форума стала продолжением прошлогоднего. Она была запланирована как единое мероприятие, включающее трёхдневную работу четырёх составных частей:

1. Выставки средств и технологий НК (неразрушающего контроля) и ТД (технической диагностики).
2. Пленарного заседания форума.
3. Специализированных круглых столов.
4. Презентаций промышленных технологий.

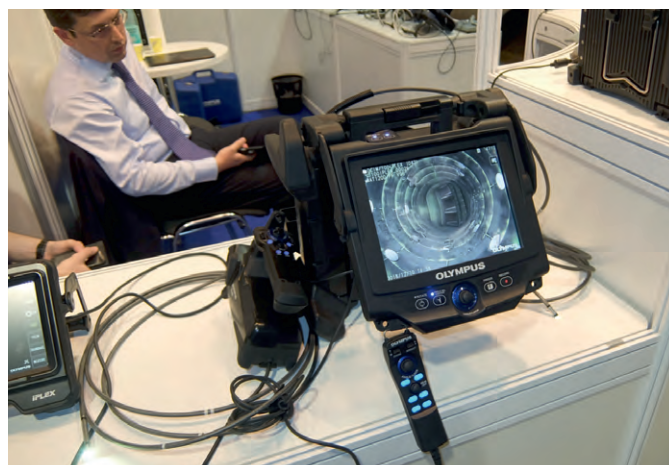
В рамках деловой программы форума были рассмотрены десятки вопросов практического применения контроля и диагностики в авиакосмической, нефтегазовой, энергетической, металлургической отраслях, на железнодорожном транспорте, в машиностроении и металлургии, строительстве, сварочном производстве, а также рассматривались вопросы медицинской диагностики, антитеррористической безопасности, стандартизации, сертификации и обучения персонала. В круглых столах приняли участие ведущие разработчики, представители крупнейших корпораций и компаний, профильных институтов и ведомств.

В рамках экспозиции форума было представлено оборудование по направлениям:

- Неразрушающий контроль и дефектотометрия.
- Исследование физико-механических свойств.
- Встроенный контроль и мониторинг технического состояния.
- Анализ структуры и коррозионного состояния.
- Техническое диагностирование и прогнозирование ресурса.

Особое внимание, как и на предыдущем форуме, было уделено технологическим и организационным задачам





стандартизации и метрологии в области НК и ТД. Эту работу РОНКТД ведёт через ТК371 совместно с Росстандартом и его институтами.

Поскольку РОНКТД объединяет в своих рядах главным образом производителей средств и технологий неразрушающего контроля и действует в интересах развития высокотехнологичных отраслей промышленности – в истекшем году было принято решение провести эксперимент по отработке центров тестирования, верификации и валидации средств и технологий НК.

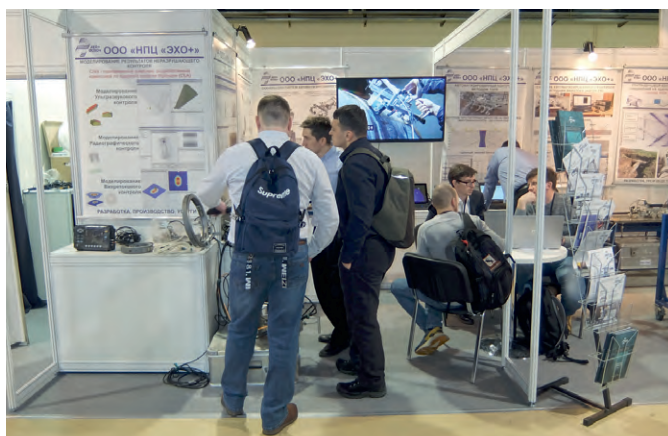
Такие центры могут быть созданы под эгидой РОНКТД на базе авторитетных

государственных научно-исследовательских структур, тесно взаимодействующих с промышленностью в Санкт-Петербурге, Москве, Екатеринбурге и Томске. Основная цель работы Центров тестирования, верификации и валидации – выявление реальных показателей качества и уровня соответствия приборов различных фирм к решению конкретных производственных задач неразрушающего контроля.

Весьма важной для отечественной промышленности стали обсуждаемые на форуме достижения предприятий РОНКТД в области импортозамещения. Наиболее ярким и значимым примером в этой области является расширение про-

изводства российских ультразвуковых дефектоскопов и приборов на фазированных решётках.

Проблемы и современные задачи РОНКТД в области обучения, аттестации и сертификации персонала по неразрушающему контролю для российской развивающейся промышленности занимали одно из самых важных мест в деловой программе форума. Обсуждению этих проблем было уделено серьёзное внимание на заседаниях круглых столов, которые прошли под руководством специалистов НТЦ «Промбезопасность», ФГАУ «НУЦСК при МГТУ им. Н.Э. Баумана», НУЦ «Качество» и АО «МНПО «СПЕКТР».





В работе форума приняли участие ведущие российские промышленные предприятия и объединения: Университет ИТМО, НИЦ «Курчатовский институт», Ростехнадзор, СРО НП «НАКС», Институт машиноведения РАН, ПАО «Газпром», ПАО «Роснефть», ОАО «РЖД», ПАО «РКК Энергия», АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева», ФГУП ВНИИ «ВИАМ», АО «СКБ Турбина», ПАО «Туполев», АО «ПО Севмаш», ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат», ПАО «НЛМК», ООО «НПО «Горизонт», ООО «Балтийский завод-Судостроение», ПАО «Лукойл», ОАО «Композит», ГК

Роскосмос», АО «НИКИЭТ», ФГУП «ЦНИИ Прометей», АО «НИИ мостов», ООО «НИИ Транснефть», АО «Российские космические системы» и многие другие.

Профессиональный состав посетителей – руководители предприятий, начальники испытательных, исследовательских лабораторий и лабораторий неразрушающего контроля, специалисты отделов технического контроля, эксперты в области промышленной безопасности. Отраслевая специфика – металлургия, машиностроение, нефтегазовая отрасль и нефтехимия, энергетика, включая атом-

ную, ОПК, космическая отрасль, авто- и железнодорожный транспорт, гражданская и военная авиация.

Организатором форума выступило Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике (РОНКТД).



Подробный фотоотчёт VI Международного промышленного форума «Территория NDT» смотрите на сайте www.soel.ru в разделе «Фотоотчёты».

LUMINEO

POWERED BY ВЕНЕК

ДИСПЛЕИ ДЛЯ

от -50°C

Реклама

ProSOFT®
WWW.PROSOFT.RU

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

НОВОСТИ МИРА

Подготовка РНВТ-2019 вступила в завершающую стадию

В «Экспоцентре» состоялось расширенное заседание рабочей группы по подготовке Российской недели высоких технологий (РНВТ), которая пройдет в Центральном выставочном комплексе на Красной Пресне 23–26 апреля этого года.

Заседание провел председатель оргкомитета РНВТ, депутат Государственной Думы ФС РФ Владимир Кононов. Он назвал основные события Недели, которая включает целый комплекс крупных смотров и конгрессных мероприятий: 31-ю международную выставку информационных и коммуникационных технологий «Связь-2019», 11-ю специализированную выставку спутниковой навигации «Навитех-2019», XIII Международный навигационный форум, форум «Российский софт: эффективные решения». Все эти мероприятия объединены общей концепцией – «Цифровая трансформация».

Председатель оргкомитета также отметил, что РНВТ в этом году будет проходить в рамках нового проекта – «Наука-Технологии-Инновации Экспо» («НТИ-Экспо»), цель

которого – содействовать реализации национальных программ в области трансформации науки и техники, образования, цифровой экономики, промышленности, транспортной инфраструктуры и энергетики.

И.о. руководителя дирекции высокотехнологических выставок АО «Экспоцентр» Елена Касаткина поделилась новостями о выставке «Связь-2019». Она сообщила, что в этом году в экспозиции площадью порядка 7000 м² примут участие свыше 300 экспонентов из 15 стран Европы, СНГ, Азиатского региона и России. Они представят оборудование как для традиционных разделов выставки, таких как мобильная, спутниковая, радио-, волоконно-оптическая связь, информационная безопасность, так и для динамично развивающихся сегодня направлений, а именно Интернета вещей, «умного города» и отечественных IT-решений.

Заместитель руководителя Федерального агентства связи Владимир Шелихов сообщил, что на открытии выставки «Связь-2019» состоится церемония гашения художественно маркированного почтового конверта, посвященного выставке. На РНВТ также планируется гашение конверта

в связи с 60-летием «Экспоцентра», которое ведущая российская выставочная компания будет отмечать в этом году.

Подробно о XIII Международном навигационном форуме и выставке «Навитех-2019» рассказала вице-президент НП «ГЛОНАСС» Екатерина Чередниченко. По её словам, ожидается, что в форуме примут участие около 1000 делегатов и 150 докладчиков, а участниками выставки «Навитех-2019» станут более 50 компаний из Белоруссии, Китая и России.

Директор Центра компетенций по импортозамещению в сфере ИКТ Илья Массух посвятил своё выступление предстоящему форуму «Российский софт: эффективные решения». В этом году центральной темой форума станет национальная кибербезопасность.

Об участии Ассоциации разработчиков программных продуктов «Отечественный софт» в форуме «Российский софт: эффективные решения» и демонстрации новейших IT-решений в экспозиции выставки «Связь-2019» сообщил исполнительный директор АРПП «Отечественный софт» Ренат Лашин.

Пресс-служба АО «Экспоцентр»

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 BEPQ

МОСКВА
(495) 234-0636
info@prosoft.ru

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

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





XIII МЕЖДУНАРОДНЫЙ
**НАВИГАЦИОННЫЙ
ФОРУМ**

www.glonass-forum.ru

11-я международная
выставка

НАВИТЕХ

www.navitech-expo.ru



ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»
МОСКВА

23–26 **апреля 2019**

Реклама 12+

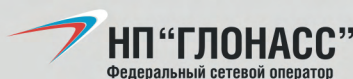
Организатор форума



Оператор форума



Стратегический партнер форума



Организатор выставки





ПОДПИСКА ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ

УЖЕ ОПЛАЧЕНА

РЕКЛАМОДАТЕЛЯМИ

ОФОРМИТЕ БЕСПЛАТНУЮ ПОДПИСКУ НА 2019 ГОД!



3 идентичные версии: печатная, электронная, мобильная



Мобильное приложение



App Store Google Play

СОВРЕМЕННАЯ
ЭЛЕКТРОНИКА

Мобильное приложение



App Store Google Play

WWW.CTA.RU

WWW.SOEL.RU

Подписка оформляется на сайтах журналов

Нажатием одной кнопки...

Новый векторный анализатор цепей R&S®ZNA

- 4 фазокогерентных генератора / 2 гетеродина / 8 приёмников
- Достижимый динамический диапазон 170 дБ для измерения фильтров
- Удобная и быстрая настройка измерений «от испытуемого устройства»
- Выходная мощность до +20 дБм и диапазон перестройки 100 дБ для тестирования усилителей



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