

2018





VII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«ЭМС»

17-18 МАЯ 2018

Сроки и место проведения:

17-18 мая 2018 года
Парк-отель «Свежий ветер»

Участие в конференции*:

Для участия необходимо направить заявку
в Организационный комитет до 11.05.2018 г.

Организационный комитет:

Телефон/факс: (495) 657-87-37
E-mail: tp@test-expert.ru

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

К ОБСУЖДЕНИЮ ПРЕДЛАГАЮТСЯ СЛЕДУЮЩИЕ ВОПРОСЫ:

- Прогнозирование ЭМС технических объектов: расчетные методы, программно-аппаратные средства, моделирование.
- Испытания радиоэлектронного оборудования на ЭМС.
- Виды помех в БС ЛА и способы борьбы с ними.
- Оборудование для испытаний на ЭМС.
- Защита РЭА от ЭМИ: фильтрация, экранирование, защитные материалы.
- Нормативно-правовая база испытаний ТС на ЭМС, учет требований заказчиков при испытаниях.
- Метрологическое обеспечение испытаний в области ЭМС.
- Аттестация ИО, применяемого при оценке соответствия оборонной продукции.
- Вопросы конструирования радиоэлектронной аппаратуры с учетом требований ЭМС.





АО НПЦ «ЭЛВИС»

Акционерное общество Научно-производственный центр
«Электронные вычислительно-информационные системы»

САЛЮТ-ЭЛ24ПМ

ПРОЦЕССОРНЫЙ МОДУЛЬ

НА БАЗЕ РОССИЙСКОЙ
СИСТЕМЫ НА КРИСТАЛЛЕ

Процессор 1892BM14Я:

CPU 2xCortex-A9 816 МГц
DSP 2xELcore-30M 672 МГц
GPU Mali-300
Кодек H.264, JPEG

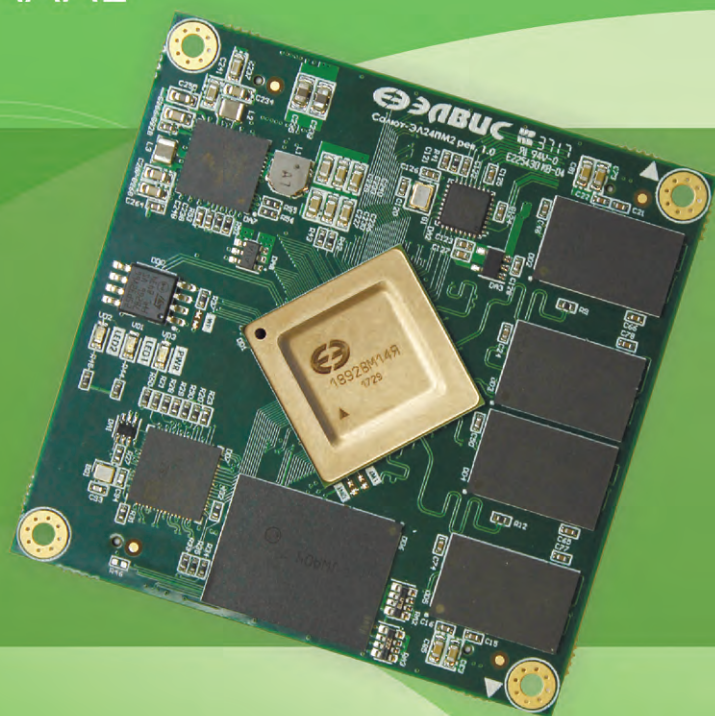
DDR3 2 ГБ, NAND 1 ГБ, eMMC 32 ГБ

Порты ввода/вывода

Питание: +3,3 В

Размеры: 60x60x5,5 мм

Типовое потребление: до 5 Вт



Приглашаем посетить стенд НПЦ «ЭЛВИС» на выставке «ЭкспоЭлектроника» № С 273

Контакты

Адрес

124498, Москва, Зеленоград,
проезд 4922, дом 4, стр. 2

Телефон

+7 (499) 995-00-52

On-line

www.multicore.ru
market@elvees.com

THE ISSUE PERSON

- 4 To be in the Forefront, it is Necessary to Offer Relevant Solutions and Create New Markets**

MARKET

- 8 Russian Market News**
- 14 Ready for the Digital Revolution. Experts are Convinced: in the Short Term Complex Solutions will be in Demand**

MODERN TECHNOLOGIES

- 18 Why the Analysis of Failures in Microelectronics is Needed**
Vyacheslav Dubrovinsky, Stanislav Kolybin, Viktor Karaulov, Kristina Pugach, Andrey Petrov

ELEMENTS AND COMPONENTS

- 24 Modern 32-bit ARM Microcontrollers of the STM32 Series. Connecting the LIS302DL Accelerometer to the Microcontroller**
Oleg Valpa
- 30 Modern Batteries for Power Supply. Part 2**
Evgeny Nizhnikovsky, Andrey Grigoriev, Alexandr Podlesny

DEVICES AND SYSTEMS

- 36 Ten Fundamentals You Need to Know About Your DC Power Supply. Part 1**

ENGINEERING SOLUTIONS

- 42 Logical Analyzer in One Evening. Part 1. Preparing the hardware**
Pavel Redkin

DESIGN AND SIMULATION

- 48 S-band High Gain LNA Design in NI AWR Design Environment**
Kirill Petrov
- 56 Design of Digital Filters with Integer Short Coefficient Wordlength**
Nikita Morozov, Vladimir Bugrov
- 64 A Design Example of Ku-band GaAs mHEMT MMIC Low Noise Amplifiers Based on the OMMIC's Process**
Aleksey Kondratenko
- 68 Verification of VHDL Descriptions of Digital Devices, Presented in the Form of the Composition of the Control and Operating Units. Part 2. Verification Based on Functional Coverage**
Nikolay Avdeev, Petr Bibilo
- 72 Altium Designer 18.0: Overview of new Features**
Yegor Chirikov
- 78 Interactive Routing in Altium Designer. Part 1. Tracing a single circuit**
Aleksey Yakubenko

MAN AND LAW

- 84 Technical Regulation of the Civil Turnover of Intellectual Property as the Foundation for the Growth of Russia's Innovative Economics. Part 1**
Gennady Fokin

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, А.Н. Туркин, Р.Х. Хакимов
Литературный редактор/корректор О.И. Семёнова
Вёрстка А.М. Бабийчук
Обложка Д.В. Юсим
Распространение И.С. Лобанова (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:
ул. Чертановская, д. 50, корп. 1, г. Москва, 117534
Почтовый адрес: 119313, Москва, а/я 26
Тел.: (495) 232-0087 • Факс: (495) 232-1653
info@soel.ru • www.soel.ru

Производственно-практический журнал
Выходит 9 раз в год. Тираж 10 000 экз. Цена свободная

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия (свидетельство ПИ № ФС77-18792 от 28 октября 2004 г.)
Свидетельство № 00271-000 о внесении в Реестр надёжных партнёров ТПП РФ

Отпечатано: ООО «МЕДИАКОЛОР».
Адрес: Москва, Сигнальный проезд, 19, бизнес-центр Вэлдан
Тел./факс: (499) 903-6952

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

© СТА-ПРЕСС, 2018

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ «СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»

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

ПОДПИСКА 2018

Концепция распространения журнала – **БЕСПЛАТНАЯ ПОДПИСКА ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ**.
Предусмотрена подписка на печатную или электронную версию журнала. Условие сохранения такой подписки – своевременное её продление каждый год.

ПЛАТНАЯ ПОДПИСКА С ГАРАНТИРОВАННОЙ ДОСТАВКОЙ

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

ОФОРМЛЕНИЕ ПЛАТНОЙ ПОДПИСКИ

В любом почтовом отделении России, подписное агентство «Роспечать»:
Тел.: (495) 921-2550. Факс: (495) 785-1470
Индексы на полугодие – 46459, на год – 36280.

Подписное агентство «Урал-Пресс»:
Тел.: (495) 961-2362 • http://www.ural-press.ru

Дальнее зарубежье: «МК-Периодика» • info@periodicals.ru
Тел.: +7 (495) 672-7012 • Факс: +7 (495) 306-3757

СОДЕРЖАНИЕ 3/2018

РЕКЛАМОДАТЕЛИ

ADLINK	21
AdvanteX	8, 29
AVD Systems	8
AUO	47
CRANE	54
EREMEX (Delta Design)	13
HARTING	34
Innodisk	41
JTAG	11, 12
LITEMAX	9, 23
MEN	40
ProChip	9, 22
RAYSTAR	11, 35
RDC	62
TDK-Lambda	45
Wolfspeed	46
XP Power	10
АРБЕЛОС	71
ДОЛОМАНТ	7
Интермера	9
Мэджик Кристалл	10
Родник	73
Роде и Шварц	4-я стр. обл., 8
Серния Инжиниринг	19
Совтест АТЕ	12
ТЕСТПРИБОР	2-я стр. обл., 9
ЭЛВИС	1, 10

ПЕРСОНА НОМЕРА

- 4** Чтобы быть в авангарде, необходимо предлагать актуальные решения и формировать новые рынки

РЫНОК

- 8** Новости российского рынка
- 14** К цифровой революции готовы. Эксперты убеждены: в ближайшей перспективе будут востребованы комплексные решения

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- 18** Зачем нужен анализ отказов в микроэлектронике
Вячеслав Дубровинский, Станислав Колыбин, Виктор Караулов, Кристина Пугач, Андрей Петров

ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

- 24** Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32. Подключение акселерометра LIS302DL к микроконтроллеру
Олег Вальпа

- 30** Современные аккумуляторы для питания РЗА. Часть 2
Евгений Нижниковский, Андрей Григорьев, Александр Подлесный

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

- 36** 10 принципов, которые необходимо знать при работе с источником питания постоянного тока. Часть 1

ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ

- 42** Логический анализатор «за один вечер». Часть 1. Подготовка аппаратной части
Павел Редькин

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

- 48** Проектирование МШУ S-диапазона с большим коэффициентом усиления в среде NI AWR DE
Кирилл Петров
- 56** Проектирование цифровых фильтров малой разрядности с целочисленными коэффициентами
Никита Морозов, Владимир Бугров
- 64** Разработка GaAs mHEMT МИС МШУ Ku-диапазона частот на основе технологического процесса компании OMMIC
Алексей Кондратенко
- 68** Верификация VHDL-описаний цифровых устройств, представленных в виде композиции управляющего и операционного блоков. Часть 2. Верификация на основе функционального покрытия
Николай Авдеев, Пётр Бибило
- 72** Altium Designer 18.0: обзор новых возможностей
Егор Чириков
- 78** Интерактивная трассировка в среде Altium Designer. Часть 1. Трассировка отдельной цепи
Алексей Якубенко

ЧЕЛОВЕК И ЗАКОН

- 84** Техническое регулирование гражданского оборота интеллектуальной собственности как фундамент роста инновационной экономики России. Часть 1
Геннадий Фокин

Чтобы быть в авангарде, необходимо предлагать актуальные решения и формировать новые рынки

На III Международном форуме «Микроэлектроника 2017», прошедшем в октябре 2017 года в Алуште, обсуждались многие проблемы отрасли. Эксперты говорили об импортозамещении, использовании возможностей цифровизации, сложностях выхода на зарубежные рынки. Однако, по мнению генерального директора НИИ микроэлектронной аппаратуры «Прогресс» Василия Шпака, сегодня нужно делать акцент не на проблемах, а на путях развития отрасли.

Василий Викторович, расскажите, как Вы пришли в микроэлектронику?

В отрасли я работаю три года, сейчас пошёл четвёртый. До этого трудился в смежных сферах, занимал руководящие должности в коммерческих и государственных организациях. В «Прогресс» меня пригласил прежний директор предприятия, заслуженный деятель науки и техники РФ доктор технических наук профессор Владимир Георгиевич Немудров. Я начинал с должности заместителя генерального директора по экономике, с декабря 2014 года возглавляю предприятие.

Кому принадлежит идея о возобновлении проведения форума?

Идея принадлежит Владимиру Георгиевичу. Ещё в 70–80-е годы в Гурзуфе проходили знаменитые крымские конференции, где обсуждались различные проблемы микроэлектроники. В 2015 году благодаря инициативе ведущих предприятий отрасли, понимавших, что в наше время профессиональному сообществу не хватает подобной площадки для общения и обмена опытом, встречи возобновились, теперь уже в формате форума «Микроэлектроника» в крымской Алуште. Сегодня форум проводится НИИМА «Прогресс» и НИИМЭ при поддержке Министерства промышленности и торговли РФ, ГК «Ростех», ХК «Росэлектроника» и других организаций.

Каковы цели форума?

Ключевой целью форума является обмен знаниями. Наш проектный институт занимается разработкой, и для нас главным является вопрос вне-

дрения. Мы стремимся к производству серийных изделий, а для этого нужно уметь их продвигать и продавать. Важна кооперация, и мы должны понимать, в чём нас опережают, а в чём мы лидируем. На площадке форума собираются заинтересованные стороны, готовые делиться опытом, открытые к сотрудничеству. Изначально мы планировали организовать мероприятие не для директоров, а для разработчиков – специалистов, которые занимаются проектированием, разработкой технологий, отвечают за производственные процессы. Тем не менее фактически здесь собрались руководители. Участие в форуме технических директоров и директоров по науке повышает его экспертный уровень. Например, мои заместители Игорь Леонидович Корнеев и Юрий Викторович Завалин являются сопредседателями тематических секций.

Расскажите об основных проблемах и достижениях российской электроники.

Основной проблемой отрасли и барьером, препятствующим использованию российской ЭКБ на рынке, является высокая цена. Данный факт – следствие малой серийности отечественных изделий, а также отсутствия в стране российских технологичных проектирования и производства ЭКБ. В таких условиях создание собственного технологического процесса является ключевой задачей для преодоления импортозависимости. Рынок микроэлектроники весьма конкурентен, и для того чтобы быть в авангарде, необходимо предлагать актуальные решения и формировать у себя в стране новые перспективные рынки,



Василий Шпак

которые создаются в мире беспрецедентно высокими темпами. Под перспективными рынками подразумеваются такие направления, как Интернет вещей, беспилотный транспорт, телемедицина, средства маркировки и считывания, цифровая энергетика, идентификация личности и т.д. Стоит отметить, что действия государства по формированию регулирующих механизмов для новых рынков играют важнейшую роль в вопросе защищённости отечественных производителей ЭКБ и РЭА.

Для достижения технологической независимости, а также создания безопасных и проверенных решений необходимо всю технологическую цепочку, от проектирования до производства и реализации конечных изделий, замыкать в России. Нужно формировать собственные технологические процессы, включающие создание отечественных материалов, оборудования, комплектующих и ПО. При этом важно обобщить производственные мощности и консолидировать активы ведущих предприятий отрасли для повышения конкурентоспособности. Мы должны реализовать свои уникальные преимущества, а именно фактор собственных природных ресурсов. Не секрет, что микроэлектроника сейчас требует большого количества матери-

алов, а для их получения обязательно наличие редких химических элементов, которые в России есть. Это может способствовать расширению международного сотрудничества и трансфера передовых технологий. Результатом такого сотрудничества может стать создание в РФ совместно с иностранным партнёром микроэлектронной фабрики и кооперационное освоение полного технологического цикла с использованием наших природных ресурсов.

На сегодняшний день в России существуют прецеденты успешного технологического партнёрства с иностранными компаниями, например совместный проект компаний «АвтоВАЗ» и «Рено», в рамках которого эффективно осуществляется трансфер импортных технологий с использованием отечественных комплектующих и инфраструктуры. Результатом стало укрепление позиций на внутреннем рынке и выход на внешние рынки с востребованной продукцией. Целесообразно использовать данный опыт. Для формирования конкурентоспособной отечественной экосистемы разработки и производства микроэлектронной компонентной базы, а также аппаратуры необходимо привлекать к кооперации иностранных технологических партнёров, в первую очередь производителей конечной продукции, РЭА, имеющих производство на территории РФ. Выгодой для технологических партнёров при условии совместного создания на территории РФ технологического цикла от материалов до готового продукта станет получение преференций при выходе на новые рынки в России.

Для создания производственной цепочки необходимо вкладывать средства в подготовку кадров, в собственные САПР. У нас для этого, я считаю, есть все требуемые компетенции. Разве мы не сможем развить корпусирование или наладить выпуск современного контрольно-измерительного оборудования? Мы уже этим занимаемся. И всё остальное нам также под силу.

Вопрос в том, кто будет развивать это направление.

Необходимо ориентироваться на собственные возможности. В ближайшей перспективе все разработчики и производители окажутся практически в одинаковом положении. Связано это

с тем, что кремниевые технологии в микроэлектронике подошли к предельной точке развития. Развивается оптоэлектроника, биоэлектроника, на подходе квантовая электроника. Ведущие мировые игроки отрасли ведут поиск новых материалов и технологий. Очевидно, что эта проблема станет ключевой в ближайшее время, поэтому целесообразно подняться над ситуацией и стратегически оценить перспективы разработки собственных технологий для качественно нового этапа развития микроэлектроники. Повторюсь, у нас есть неоспоримый плюс – творческие кадры, крепкая школа, любое необходимое сырьё. Стоит перенять опыт Советского Союза в части обеспечения материалами, что на сегодняшний день является вполне достижимым. Аналогичная ситуация с САПР: весьма важно создавать библиотеки элементов, системно продвигать это направление, фиксировать его в соответствующих отраслевых документах.

В НИИ «Прогресс» используются импортные САПР. Почему Вы не поддерживаете отечественные решения, например САПР Delta Design?

Дело в том, что Delta Design работает на уровне плат, мы же работаем на уровне СБИС – это другой подход к проектированию. Отечественных решений на уровне СБИС пока нет, но, конечно, нужно стремиться к своей сквозной системе проектирования – от уровня ЭКБ до готовой аппаратуры. Но самое главное для нашей отрасли, повторюсь, это продажи. Создавая отечественный продукт, необходимо отчётливо представлять рынок сбыта и ориентироваться на целевого потребителя. Целесообразно предлагать понятные и выгодные конечному пользователю продукты по приемлемой цене. Необходимо создавать комплексные отечественные сервисы и услуги для перспективных рынков, о которых упоминалось ранее. Немаловажно при создании таких сервисов и услуг использовать существующую инфраструктуру (спутниковая группировка, системы видеомониторинга, системы сбора и анализа данных и т.п.). «Прогресс» вместе с коллегами по кооперации активно участвует в разработке и внедрении таких решений. Нужны новые идеи: мы сможем конкурировать, только предлагая что-то принципиально новое – например, проект по созданию плат-

формы на базе смартфона, которая могла бы идентифицировать пользователя дистанционно, при этом равноценно идентификации по паспорту в окне приёма документов. Посредством этой платформы каждый гражданин сможет дистанционно пользоваться государственными услугами в полном объёме. Например, сейчас, чтобы попасть на приём в регистрационную палату или ГИБДД, можно записаться через портал госуслуг, а затем прийти в указанные учреждения к определённое время – предлагаемое же решение нацелено на то, чтобы получить услугу можно было не выходя из дома. Проект предполагает систематизацию и обработку огромного объёма информации (Big Data) и управление этими данными единым информационным оператором с использованием инновационных технологических решений. Подобное внедрение сразу сделает всех граждан страны реальной частью цифровой экономики, а РФ – «цифровым государством».

Ещё одним направлением, обладающим большим потенциалом, является проект по отслеживанию товаропотоков с применением радиочастотных меток (RFID). Данная технология позволяет сделать абсолютно прозрачной всю цепочку прохождения товара от производителя к потребителю. Речь идёт о единых электронных маркерах. Проект направлен на организацию цифрового экономического пространства. Это яркий пример Интернета вещей. Внедрение подобных решений способствует формированию комфортной бизнес-среды и инфраструктуры в государственном масштабе.

Решения, несомненно, интересные, но насколько реально реализовать их на практике?

Если говорить о проекте по идентификации, то для его реализации нужны соответствующие решения на законодательном уровне: законом должно быть закреплено, что документом, удостоверяющим личность гражданина, помимо паспорта, может являться ID. Подобная практика существует в Индии: учитывая большое население этой страны, власти начали выдавать гражданам электронные паспорта. Мы полагаем, что подобное решение заинтересует не только государственные, но и коммерческие структуры. Мы преследуем цель создания принципиаль-

но нового типа устройства с функционалом, которого в настоящий момент на рынке нет. Охваченными при реализации данного решения в России окажутся все граждане, что делает продукт весьма интересным для инвестиций со стороны частных компаний с внедрением собственного функционала.

Что касается маркировки и отслеживания товаропотоков, то в настоящее время разрабатывается проект по созданию пилотной зоны для реализации этого проекта между Россией и Республикой Беларусь. Хочу подчеркнуть, что этот конкретный совместный белорусско-российский проект является частью гораздо большего проекта, который, безо всякого преувеличения, следует обозначить как принципиально новую фазу строительства экономических интеграционных связей Республики Беларусь и Российской Федерации как субъектов Союзного государства.

Уже сегодня мы с белорусскими партнёрами смотрим в будущее. Реализуемая нашими государствами технология, несомненно, будет способствовать развитию проекта «Новый шёлковый путь», который подразумевает беспрецедентный объём движения товаров из Китая в Европу, в том числе через транспортные коридоры России и Белоруссии.

Нужны ли для реализации данных проектов совместные с иностранными партнёрами заводы или фабрики?

Если говорить о проекте по RFID-маркировке, то частично потребность в производстве элементов системы можно обеспечить имеющимися мощностями, однако по мере развития проекта, без сомнения, потребуется создание новых совместных предприятий. В случае реализации проекта доверенной платформы идентификации граждан ведущие производители придут к нам сами, ведь такой функционал будет доступен только в России и только с использованием доверенных отечественных решений.

Кто будет реализовывать на практике представленную Вами бизнес-концепцию?

Экспертные обсуждения будущего микроэлектроники не прекращаются. Большая роль отводится профессиональному сообществу, которое должно выработать консолидированную позицию и продвигать её на разных площадках. Для этого, собственно, мы и собираемся – чтобы совместно принимать стратегические решения, декларировать свою позицию, общаться с коллегами. Наш единственно возможный путь – кооперация всех отечественных разработчиков и производителей; мы должны доминировать на собствен-

ном рынке. Выйдя на необходимые объёмы в нашей стране, мы получим силы для рывка на внешние рынки. Такой путь проходили японские компании, корейские, сейчас это демонстрируют китайские.

Форум «Микроэлектроника» – ступень на пути создания подобного сообщества?

Фактически оно уже существует. Наш форум – площадка для очной встречи представителей этого сообщества. Микроэлектроника достаточно своеобразная отрасль с точки зрения взаимоотношений участников рынка, но на форуме должна быть такая же атмосфера, как на Олимпиаде: мы разговариваем только о науке, обсуждаем идеи, проекты, ищем пути решения проблем. Замечу: у нас нет цели создать ещё одну ассоциацию, которая призвана отстаивать общие интересы. Мы предлагаем коллегам площадку для обмена опытом и знаниями и на основании её работы обобщим поданные участниками конференции предложения, подготовим официальную резолюцию и направим её в Министерство промышленности и торговли РФ. В нашей стране всегда так: мы медленно переходим от обсуждений к реализации, но, когда возникает острая необходимость, действуем быстро.



*Материал подготовила
Елена Восканян*

НОВОСТИ МИРА

ARM ПРИНЕСЁТ НЕЙРОСЕТИ И МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ НА МОБИЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

В настоящее время на рынке присутствуют две однокристальные системы, оснащённые собственными блоками для работы с технологиями искусственного интеллекта (ИИ), – это Apple A11 Bionic и HiSilicon Kirin 970, но обе они сторонним компаниям не отгружаются. Решить вопрос взялась ARM. Компания представила проект Trillium, объединяющий в себе группу программных решений и процессоров для обнаружения объектов (Object Detection, OD) и машинного обучения (Machine Learning, ML). У ARM уже имеется опыт работы с ИИ. Ранее она выпускала для ARM v8.2 ISA-расширения, ускоряющие работу нейросетей, и GPU, оптимизированный для ML. Подобные новшества полезны, однако специализированный интеллектуальный чип ускоряет нейросети на порядок лучше, чем любой центральный процессор. Как объясняет ARM, улучшение ARM v8.2 и GPU было лишь первым шагом

к разработке комплексных решений для ML. Полученный в ходе этих разработок опыт и стал основой Trillium.

Архитектура ML-процессора оптимизирует управление памятью при выполнении нагрузок ML, минимизируя входящие и исходящие данные, – ключевое условие для достижения высоких производительности и эффективности. Теоретическая пропускная способность (для чипа с детализацией 7 нм) превышает 4,6 TOPs, энергоэффективность достигает 3 TOPs на Вт при мощности порядка 1,5 Вт.

Версия ML ориентирована на смартфоны, камеры, устройства VR и AR, медицинские приборы, робототехнику, дроны и различную потребительскую электронику и призвана ускорить общие приложения ИИ – от ML до распознавания лиц. Нужно понимать, что разрабатывается не универсальная однокристальная система, а скорее сопроцессор, который будет заниматься исключительно задачами ML.

Второй продукт – процессор OD. Данное решение разработано специально для определения тех или иных объектов в кадре, то есть

это уже решение для устройств, оснащённых камерами. Для ARM OD заявлена система обнаружения в реальном времени при разрешении Full HD и 60 кадрах/с. Компания обещает, что её нейропроцессор сможет обеспечить производительность в 4,5 трлн операций/с.

ИИ-процессоры будут полезны и для следующего поколения устройств, подключённых к Интернету. В ряде сценариев ARM видит целесообразной работу OD и ML в тандеме: первый будет выделять представляющие интерес области изображения, а второй подвергнет их более глубокой обработке. Первое поколение интеллектуальных чипов компании ориентировано на мобильное применение, остальные приложения планируется охватить в будущем путём упрощения или усложнения исходной мобильной архитектуры. В рамках проекта Trillium на сайте для разработчиков ARM и на Github будет выложено большое количество ПО для реализации нейросетей на различных фреймворках ML.

*www.itweek.ru со ссылкой
на The Verge*



ЗАО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «ДОЛОМАНТ»

РАЗРАБОТКА И ПРОИЗВОДСТВО ВЫСОКОНАДЕЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

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

Новости российского рынка

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

COREAVI COTS-Design/ DO-254: новый дизайн-IP на базе графического процессора AMD E9171

Линейка новых продуктов компании CoreAVI COTS-Design/DO-254 – это документация для производства и сертификации COTS-модулей стандартных форматов, построенных на базе современных микропроцессоров, графических процессоров и систем-на-кристалле и сертифицируемых по авиационному стандарту DO-254/ED-80.



Компания CoreAVI выпустила новый дизайн-IP – модуль формата VPX 3U на базе графического процессора AMD E9171. Модуль спроектирован для установки в крейт с кондуктивным охлаждением модулей, шаг установки – 1”.

Графический процессор E9171 – новейший GPU в линейке встраиваемых GPU AMD Radeon. Его графическая производительность более чем в два раза выше предыдущего GPU E8860 при таком же энергопотреблении. Как и для E8860, CoreAVI выполняет скрининг (отбор) E9171 по температуре и осуществляет поставку GPU E9171 в расширенном диапазоне температур –40...+85°C. Графический процессор E9171 гарантированно будет производиться AMD в течение семи лет – до 2024 года.

Модуль E9171 VPX 3U сопровождается графическими драйверами стандартов OpenGL SC 1.0 (фиксированный графический конвейер), OpenGL SC 2.0 (программируемый графический конвейер) и Vulkan (новый графический API, более простой и более производительный, чем OpenGL). Все драйверы сопровождаются комплектом сертификационных материалов по DO-178C до наивысшего уровня критичности для безопасности DAL A.

Это уже третий продукт в линейке COTS-Design/DO-254. Ранее CoreAVI выпустила дизайн-IP процессорного модуля VPX 3U на базе NXP T1042 и графического мезонина XMC на базе AMD E9171.

www.avdsys.ru/gpu
Тел.: (916) 194-42-71

НЕПРЕВЗОЙДЁННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ НОВЫХ ОСЦИЛЛОГРАФОВ Rohde & Schwarz

1 февраля 2018 года в офисе компании «РОДЕ и ШВАРЦ» состоялась пресс-конференция, посвящённая выводу на рынок нового семейства осциллографов R&S RTC1000, R&S RTM3000 и R&S RTA4000.

Об особенностях новых приборов и их месте на рынке рассказали Филипп Вайгел (Dr. Philipp Weigell) и Павел Струнин. Доклады сопровождались демонстрацией анонсируемого оборудования.



Компактный осциллограф серии R&S RTC1000 может использоваться в качестве восьмиканального логического анализатора, четырёхканального генератора тестовых последовательностей и анализатора протоколов I²C, SPI, UART/RS-232, CAN и LIN, а также выступать в роли цифрового вольтметра, прибора для испытания компонентов, анализатора спектра и частотомера. Объединение восьми функций в одном приборе обеспечивает высокую эффективность продукта и позволяет эргономично организовать рабочее пространство испытательного стенда.

Новая серия осциллографов R&S RTM3000 в различных вариантах исполнения с полосой пропускания 100, 200, 350, 500 МГц и 1 ГГц включает фирменный 10-разрядный АЦП, обрабатывающий данные на скорости 5 млрд отсчётов/с, при этом каждая модель оснащается памятью для сбора данных глубиной 40 млн отсчётов на канал (80 млн отсчётов в режиме чередования) и дополнительной сегментированной памятью глубиной 400 млн отсчётов.

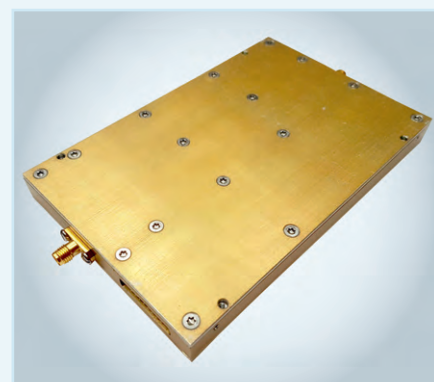
Новый осциллограф R&S RTA4000 обеспечивает возможность работы в полосе пропускания 100, 200, 350, 500 МГц и 1 ГГц. Представленные модели оснащаются тем же 10-разрядным АЦП и при этом обладают большим объёмом памяти глубиной 100 млн отсчётов на канал (200 млн отсчётов в режиме чередования) и стандартной

сегментированной памятью глубиной 1 млрд отсчётов. Приборы обеих серий имеют яркий 10,1-дюймовый ёмкостный сенсорный экран, обеспечивающий высокую скорость и эффективность работы.

Дополнительную информацию о новых приборах R&S можно найти на сайте www.rohde-schwarz.com/ru/.

СИНТЕЗАТОР ЧАСТОТ 80 МГц – 20 ГГц

ООО «АДВАНТЕХ» (Advantex), российский разработчик и производитель СВЧ-узлов и систем, анонсирует синтезатор частот LNO-65H-RF. Синтезатор отличается широким диапазоном рабочих выходных частот, малым шагом перестройки частоты и невысокой стоимостью относительно зарубежных аналогов. Синхронизация только от внешнего опорного сигнала. Предусмотрена возможность работы в паре с перестраиваемым синтезатором опорной частоты серии DSG-3x.



Основные характеристики:

- диапазон частот – 80 МГц...20 ГГц;
- шаг перестройки – 0,001 Гц;
- уровень фазового шума –104 дБн/Гц при отстройке 10 кГц @ 10 ГГц;
- время перестройки <150 мкс (во всех случаях);
- выходная мощность (калиброванная) –14...+10 дБм с шагом 0,5 дБ;
- частота внешнего опорного сигнала – 70–150 МГц (произвольная);
- диапазон рабочих температур –40...+60°C;
- интерфейс управления SPI;
- габаритные размеры (В×Ш×Г) – 13×87,5×135,0 мм.

www.advantex.ru
Тел.: (495) 721-47-74

ПОРТАТИВНЫЕ АНАЛИЗАТОРЫ СПЕКТРА SALUKI TECHNOLOGY СЕРИИ S3331A/B

Портативные анализаторы спектра серии S3331A/B предназначены для мониторинга спектра, диагностики интерференций, установки и обслуживания ВЧ-оборудования в полевых условиях, тестирования при производстве ВЧ-компонентов. Они легки (около 3 кг с батареей), компактны, работают от батареи около 4 часов. Оснащены портами USB и LAN, а также имеют функцию сохранения данных на USB-диск.



Особенности:

- частоты от 9 кГц до 3,6/7,5 ГГц;
- чувствительность DANL < -155 дБмВт;
- фазовые шумы ≤ -100 дБн/Гц при отстройке 100 кГц;
- погрешность измерения уровня сигнала $\pm 1,5$ дБ;
- скорость сканирования < 50 мс для полного диапазона;

- детектирование пакетно-модулированных сигналов: минимальная длительность сигнала – 5 мс (со 100% вероятностью перехвата);
- стандартная функция демодуляции АМ-и ЧМ-сигналов;
- опциональный встроенный следящий генератор от 100 кГц до 3,2 ГГц;
- низкая стоимость приобретения и владения.

Анализаторы разработаны для суровых условий эксплуатации, имеют крупные кнопки и яркий экран диагональю 15 см.

www.salukitec.ru/s3331.html

ЛИТЕМАХ ЗАПУСКАЕТ ВИДЕОСИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРА INTEL® SDM

Как известно, компания Litemax не любит почитать на лаврах и каждый год разрабатывает новые решения для самых разных областей. Вот и 2018 год начался с объявления о запуске новых рекламных систем на базе встраиваемого модуля Intel SDM.

Основой для новых разработок послужили мониторы серий Durapixel и Spanpixel. Durapixel – это мониторы стандартного формата с высокой яркостью и широким диапазоном температур. Spanpixel – дисплеи с высокой яркостью и нестандартным, полосковым форматом (например, 8:3).

Новые мониторы, по сути являющиеся панельными компьютерами, предназна-

чены для использования в рекламе. Благодаря Intel SDM они тоньше, потребляют меньше энергии и проще в интеграции, чем стандартные решения на рынке. В 2018 году будут запущены два монитора – IPPS-3205-SDM1 и IPPS-4355-SDM1.



Основные характеристики IPPS-3205-SDM1:

- диагональ – 32";
- разрешение – UHD (3840×2160);
- яркость – 800 кд/м²;
- процессор – Intel® SDM Core i5-7Y57;
- память – SSD 64 Гб;
- оперативная память – 8 Гб;
- поддержка Wi-Fi.

Основные характеристики IPPS-4355-SDM1:

- диагональ – 43,5", формат 16:2,2;
- разрешение – UHD (3840×536)
- яркость – 1000 кд/м²;
- процессор – Intel® SDM Core i5-7Y57;
- память – SSD 64 Гб;
- оперативная память – 8 Гб;
- поддержка Wi-Fi.

www.prochip.ru

Тел.: (495) 232-25-22

СОБЫТИЯ

ОТКРЫТА РЕГИСТРАЦИЯ НА VII НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКУЮ КОНФЕРЕНЦИЮ «ЭМС»

С 17 по 18 мая 2018 г. АО «ТЕСТПРИБОР» совместно с концерном «Радиоэлектронные технологии», ФГУП «ВНИИФТРИ», а также ФГУП «МНИИРИП» проводит VII Научно-техническую конференцию на тему «Электромагнитная совместимость».

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 ТС на ЭМС, учёт требований заказчиков при испытаниях.

- Метрологическое обеспечение испытаний в области ЭМС.

- Аттестация ИО, применяемого при оценке соответствия оборонной продукции.

- Вопросы конструирования радиоэлектронной аппаратуры с учётом требований ЭМС.

Время и место проведения: 17–18 мая 2018 г., парк-отель «Свежий ветер», Московская область, Дмитровский район, деревня Курово, вл. 74.

Сбор и регистрация участников: 17 мая с 8:00 до 9:00 в офисе АО «ТЕСТПРИБОР» по адресу: г. Москва, ул. Планерная, д. 7А (станция метро «Планерная»).

В работе конференции ежегодно принимают участие руководители и ведущие специалисты Минобороны РФ, госкорпораций «Роскосмос» и «Росатом», фирм-разработчиков РЭА, авиа-

VII ВСЕРОССИЙСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ
«ЭМС»
17-18 МАЯ 2018

ционных предприятий, испытательных центров, изготовителей и разработчиков испытательного и измерительного оборудования.

Для участия необходимо направить заявку в организационный комитет (для формирования программы тему доклада необходимо направить не позднее 30 марта 2018 г.).

Представленные доклады будут опубликованы в виде сборника и выданы каждому участнику.

Дополнительную информацию можно получить в организационном комитете по телефону +7 (495) 657-87-37 доб. 364 или по электронной почте ryzhova@test-expert.ru (Наталья Рыжова).

Оформить заявку в электронном виде можно на сайте www.test-expert.ru в разделе «Пресс-центр».

НПЦ «ЭЛВИС» вступил в ассоциацию «АЭРОНЕТ»

НПЦ «ЭЛВИС» вступил в ассоциацию эксплуатантов и разработчиков беспилотных авиационных систем «АЭРОНЕТ».

НПЦ «ЭЛВИС» – ведущий российский разработчик микросхем и устройств на их основе.

Компания является центром компетенций в областях процессорных архитектур, аналого-цифровых и радиочастотных ИС, искусственного интеллекта, компьютерного зрения, обработки радиолокационных сигналов, интегрированных систем безопасности.

НПЦ «ЭЛВИС» разрабатывает микросхемы типа «система-на-кристалле» (СНК) на базе собственной платформы проектирования «МУЛЬТИКОР».

В настоящее время компания выпускает процессор 1892ВМ14Я, который может применяться в беспилотных авиационных системах, являющийся одним из самых высо-

котехнологичных изделий российской микроэлектроники.

Приоритетными направлениями работ НПЦ «ЭЛВИС» являются:

- разработка многокристального модуля для идентификации и контроля БПЛА с использованием сетей передачи данных и навигации;
- производство РЛС для обнаружения и сопровождения наземных, надводных и воздушных целей «ЕНОТ»;
- создание системы учёта беспилотных воздушных судов и мониторинга их передвижения.

«Беспилотные авиационные системы стали популярны, их количество растёт стремительными темпами. Одним из приоритетных направлений деятельности НПЦ «ЭЛВИС» является разработка решений для контроля полётов беспилотных летательных систем, обеспечения безопасности. Мы уверены, что членство в ассоциации «АЭРОНЕТ» позволит нам



найти единомышленников. Вместе мы сможем создать и внедрить эффективные и полезные решения», – говорит генеральный директор АО НПЦ «ЭЛВИС» Я.Я. Петричкович.

«Несколько членов ассоциации «АЭРОНЕТ» уже используют решения НПЦ «ЭЛВИС». Уверены, что нахождение в рядах лучших компаний «АЭРОНЕТ» позволит компании «ЭЛВИС» реализовать высокий научно-технологический потенциал для развития беспилотной авиации, будет способствовать внедрению актуальных технических решений для интеграции беспилотников в воздушное пространство России!» – отмечает генеральный директор Ассоциации «АЭРОНЕТ» Г.В. Бабинцев.

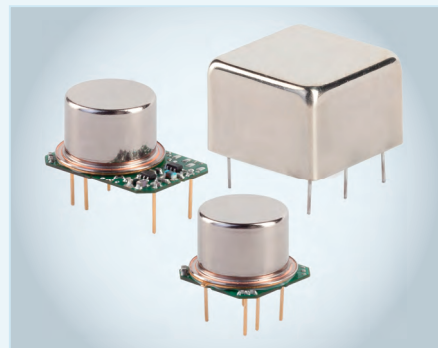
www.multicore.ru

Тел.: (499) 995-00-52

ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

МХО37U – ТСКГ СО СВЕРХНИЗКИМ ПОТРЕБЛЕНИЕМ

ООО «Мэджик Кристалл», являясь мировым лидером в разработке резонаторов-термостатов ТО8 и малопотребляющих термостатированных кварцевых генераторов (ТСКГ) на их основе, представляет новый уникальный ТСКГ МХО37U со сверхнизким потреблением. Данный генератор потребляет всего 50–90 мВт в интервале температур 0...+50°C и –40...+85°C соответственно, обеспечивая при этом стабильность частоты до 5×10^{-10} и старение до 1×10^{-10} /сутки. Изготовление ТСКГ возможно в трёх различных корпусах: в DIP8- и DIP14-совместимых, а также в герметичном МХО37/R – 20×20×14,1 мм.



Генератор МХО37U – это идеальное решение для стабилизации устройств с батарейным питанием.

С более подробной спецификацией на данный генератор можно ознакомиться на сайте <http://mxtal.ru> или отправив запрос на mxl@mxtal.ru.

1-ВАТТНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ ПРИБОРОВ

Компания XP Power объявила о начале выпуска преобразователей напряжения серии ISM01 с одним и двумя каналами выходного стабилизированного напряжения, выполненных в корпусах для поверхностного монтажа, которые разработаны для применения в медицинской аппаратуре и сертифицированы на соответствие требованиям международных стандартов безопасности медицинского оборудования.



1-ваттные DC/DC-преобразователи серии ISM01 доступны с тремя диапазонами входного напряжения: 4,5...5,5 В – для шины питания с номинальным напряжением 5 В; 10,8...13,2 В – для входного напряжения 12 В; 21,6...26,4 В – для входного напряжения 24 В. Одноканальные модели обеспечивают три стабилизированных выходных напряжения 5, 12 и 15 В; двухканальные модели обеспечивают напряжения ± 12 и ± 15 В.

Между входными и выходными цепями обеспечивается усиленная электрическая изоляция с прочностью 4000 В (перемен-

ный ток); предлагается два средства защиты пациента от поражения электрическим током 2xMOPP (Means of Patient Protection) при рабочем напряжении 250 В переменного тока, ток утечки на пациента составляет 2 мкА. Модули преобразователей напряжения серии ISM01 соответствуют требованиям следующих стандартов: CB IEC60601-1 (определяет общие требования безопасности медицинских электрических изделий), UL ANSI AAMI ES60601-1 (определяет общие требования безопасности медицинских электрических изделий), EN55011 Class A – устанавливает требования к уровню генерируемых кондуктивных помех, EN61000-4-2, -3, -4, -5, -6, -8 – устанавливают требования стойкости к воздействию импульсных напряжений.

Преобразователи напряжения с конвекционным отводом тепла предназначены для работы в диапазоне температур –40...+95°C с понижением выходной мощности при температурах выше +85°C. Значение КПД распределяется от 76 до 84%, потребляемый ток в режиме холостого хода колеблется от 20 до 50 мА и зависит от модели.

Модули выполнены в корпусах из непроводящего пластика чёрного цвета, формат корпуса – SMD-14 с размерами 18,9×13,7×10,2 мм. Возможна поставка в лентах или катушках, исполнение в корпусе для мойки водой (для заказа этого исполнения к номеру добавляется суффикс -P) позволяет применять для очистки печатных плат благоприятные для окружающей среды технологии.

Новая серия ISM01 дополняет возможности 1-ваттных преобразователей для поверхностного монтажа в ряду DC/DC-преобразователей, предлагаемых компанией XP Power, для медицинских электрических приборов и аппаратов: IMA01, IMM01, ISM02, IMM02, IML02, JHL03, JHL06, JHM10, JHM15, JMM20.

Новые преобразователи напряжения предназначены для применений с низким потреблением мощности, где необходимо создать изолирующий барьер, обеспечивающий два средства защиты пациента (2×MOPP) и небольшой ток утечки на пациента.

www.prosoft.ru
Тел.: (495) 234-06-36

3,9" цветной полосковый ЖК-дисплей с разрешением 480×128 пикселей

Компания Raystar Optonics выпустила новый 3,9" TFT ЖК-дисплей полоскового типа с разрешением 480×128 пикселей. Новый дисплей RFS390B-ALW-DNN обеспечивает высококачественное цветное изображение и лучше всего подходит для применения в аудио- и серверных системах, а также в качестве рекламного дисплея, в автомобильном/авиационном/морском

оборудовании, торговых терминалах, системах безопасности, промышленном оборудовании, наружных системах связи и панелях управления, медицинском оборудовании и в управлении беспилотными летательными аппаратами.



Работой дисплея RFS390B-ALW-DNN управляет встроенная микросхема драйвера HX8278, которая поддерживает RGB-интерфейс и требует для питания напряжение 3,3 В. Яркость дисплея – 500 кд/м², контрастность – 500:1, инверсия шкалы серого происходит при наблюдении сверху вниз (12 часов). Дисплей предназначен для работы в диапазоне температур –20...+70°C, диапазон температур хранения –30...+80°C. Для работы в расширенном диапазоне температур

–30...+80°C и хранения при температурах –30...+85°C предлагается модифицированная модель.

Также предлагаются модели со встроенными сенсорными экранами: RFS390B-ALW-DNG с ёмкостным сенсорным экраном и RFS390B-ALW-DNS с резистивным сенсорным экраном.

Основные характеристики дисплея RFS390B-ALW-DNN:

- точечная матрица – 480×128×RGB (TFT);
- габаритные размеры модуля (Ш×В×Г) – 105,5×37×3,05 мм;
- рабочее поле – 95,04×25,34 мм;
- шаг пикселя – 0,066×0,198 мм;
- тип дисплея – TFT, просветный;
- тип системы подсветки – светодиодная, матрица светодиодов белого свечения;
- соотношение размеров сторон – полосковый тип;
- направление наблюдения – 6 часов (снизу вверх);
- наблюдение с инверсией шкалы серого – 12 часов (сверху вниз);
- интерфейс – 24-битный, RGB.

www.prosoft.ru
Тел.: (495) 234-06-36

www.jtagtechnologies.ru

JTAG
TECHNOLOGIES

ПОВРЕЖДЕНИЕ СТАТИКОЙ? КОНТРАФАКТ? БРАКОВАННЫЕ ИМС?

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

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

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

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

Высокоскоростной установщик нового поколения JUKI RS-1

В 2017 году компания JUKI (Япония) выпустила на мировой рынок новейший автомат-установщик RS-1, который объединяет в себе все основные качества SMD-автоматов: скорость, точность, интеллектуальность, модульность, универсальность, расширяемость и надёжность.



RS-1 – это революционная концепция единой платформы, сочетающей в себе скоростные характеристики чип-шутера и широкие возможности универсального гибкого высокоточного установщика. Инновационная лазерная система, встроенная в установочную головку, позволяет осуществлять автоматическую адаптацию высоты её перемещения в диапазоне от 1 до 25 мм в соответствии с высотой устанавливаемых компонентов, тем самым сокращая время хода концевиков по оси Z и значительно увеличивая скорость монтажа. Заявленная производительность RS-1 составляет 42 000 компонентов в час, подтверждённая производительность по стандарту IPC 9850 – 29 000 компонентов в час. Учитывая компактные размеры автомата, это наилучшие характеристики по критерию производительности на 1 м² занимаемой площади.

Совершенная конструкция установочной головки с восемью вакуумными концевиками, независимые приводы каждого концевика, лазерное и видеоцентрирование компонентов «на лету», возможность доустановки дополнительных камер с высоким и ультравысоким разрешением – все эти отличительные особенности гарантируют точность и стабильность установки любых SMD-

компонентов: от чипов 030015 до микросхем с шагом выводов 0,1 мм и размером 74×74 мм, а также крупногабаритных разёмов длиной до 150 мм.

Автомат RS-1 включён в состав новой автоматической линии поверхностного монтажа, установленной на собственном производстве предприятия «Совтест АТЕ». Ознакомиться с новинкой можно будет на предстоящей выставке «ЭкспоЭлектроника 2018» на стенде предприятия.

www.sovtest-ate.com

Тел.: (4712) 54-54-17

Паяльный робот TMT-R9800S – 3 в 1: точность, гибкость, интеллектуальность

TMT-R9800S – компактная универсальная высокоточная система нового поколения для автоматической роботизированной пайки. Она сочетает в себе инновационные технические решения, прецизионную систему перемещения и интеллектуальное программное обеспечение (ПО), обеспечивающие выполнение пайки с высокой точностью, низкие эксплуатационные затраты и быструю подготовку производства. Встроенная видео-система используется для центрирования печатной платы (ПП) по реперным знакам, а также для программирования установки методом обучения и контроля за процессом пайки, что соответствует требованиям концепции Industry 4.0.



Благодаря использованию прецизионных ШВП для перемещения рабочих органов по осям достигается высокая скорость работы установки. Встроенная лазерная система осуществляет непрерывный контроль расстояния до печатной платы, опре-

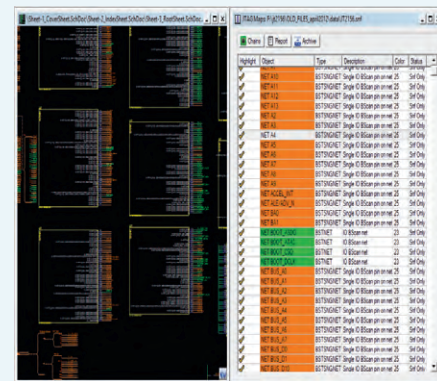
деляет величину кривизны и гарантирует высокую повторяемость пайки. Применяемые в установке паяльные концевники с индукционным методом нагрева обеспечивают стабильность температуры и высокое качество пайки любых компонентов. Встроенное интеллектуальное ПО point&click позволяет быстро программировать TMT-R9800S по изображению ПП или методом обучения.

www.sovtest-ate.com

Тел.: (4712) 54-54-17

JTAG Visualizer с возможностью анализа тестопригодности

Программа JTAG Visualizer традиционно использовалась российскими пользователями систем периферийного сканирования JTAG ProVision и более ранних версий для позиционирования дефектов монтажа на схеме и рисунке печатной платы. Также программа позволяет отобразить в графическом виде рассчитанное в JTAG ProVision тестовое покрытие. При этом поддерживаются все популярные САПР, такие как Altium, Cadence, Mentor и т.д.

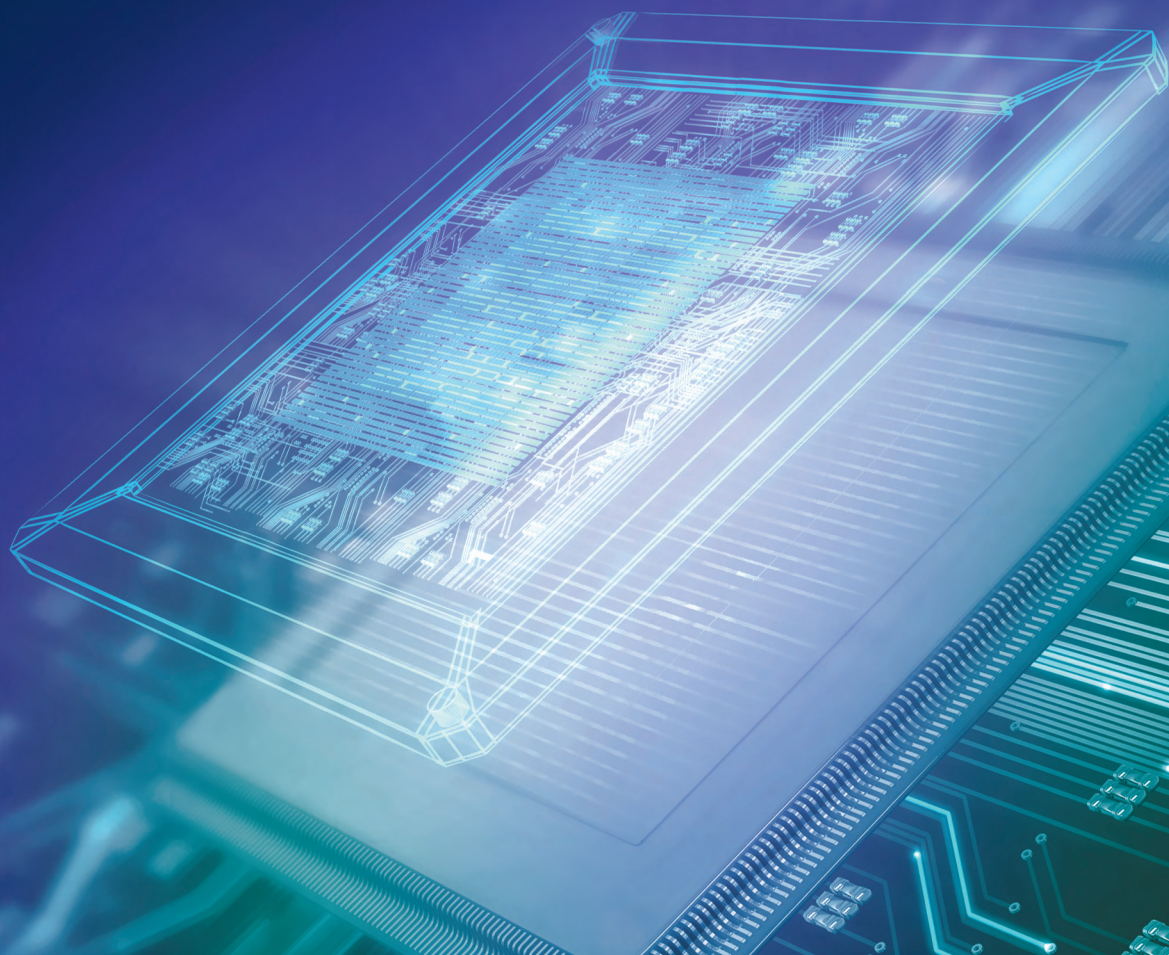


В новой версии Visualizer добавлена функция Maps. Она позволяет провести упрощённую проверку доступа периферийного сканирования к цепям платы даже без наличия тестового проекта. Приблизительный расчёт может быть усовершенствован путём добавления базовой информации о компонентах. Разный уровень тестового доступа может быть обозначен с помощью цветовой кодировки. С помощью базовой проверки тестового доступа в Visualizer Maps разработчик может убедиться в тестопригодности изделия и отработать окончательную версию схемы. Далее можно приступить к разработке проекта тестирования платы в JTAG ProVision.

www.jtagtechnologies.ru

Тел.: (812) 602-09-15

Система автоматизированного проектирования электронных устройств



Менеджер библиотек
LIBerty



Схемотехническое моделирование
SimOne



Редактор печатных плат
RightPCB



Редактор правил
DRM



Схемотехнический редактор
FlexyS



HDL-симулятор
Simtera



Топологический трассировщик
TopoR



Коллективная работа для предприятий
Enterprise Server

К цифровой революции готовы

Эксперты убеждены: в ближайшей перспективе будут востребованы комплексные решения

Развитие цифровой экономики – одно из приоритетных направлений, утверждённых Правительством Российской Федерации. Участники XIII ежегодного форума крупного бизнеса «Кто создаёт экономику России», прошедшего в Москве, уверены: построение новой экономики – задача не из лёгких, поэтому начинать движение в этом направлении необходимо не с реализации глобальных проектов, а с самого простого – выстраивания диалога между участниками рынка о возможностях реализации совместных проектов в данной сфере.

Нужны мощные партнёры

Многие спикеры форума сделали акцент на девизе «Меньше слов – больше дела». Директор по внешним коммуникациям проектного офиса по развитию бизнеса АО «Росэлектроника» д.э.н. Арсений Брыкин заметил, что компания уже договорилась с «Ростехом» о старте проектов по развитию инфраструктуры домовых хозяйств



Арсений Брыкин



Сергей Вологодский

в Москве и Ярославле. Речь идёт о так называемом «умном» освещении в домах, на придомовых территориях, улицах и мостах, установке приборов учёта, в том числе тепловой энергии, а также появлении «умных» столбов, когда обычный столб оборудуется датчиками и становится средством сбора данных.

«Мы живём в мегаполисе с множеством инфраструктурных элементов – так почему бы не использовать столб у дороги для наблюдения за перемещением автомобилей и сбора огромного потока информации, которую уже начинают генерировать датчики? Полагаю, именно эта информация станет основой индустрии цифровой экономики и сетей 5G. Необходимые датчики можно создавать и на отечественной инфраструктуре, например на предприятиях «Росэлектроники», – заявил докладчик. – Что касается критической инфраструктуры, то индустрия цифровой экономики при всей её открытости будет достаточно критична с точки зрения доступа к ней сторонних лиц, адекватности передаваемой информации, её генерации, обработки, транспортировки и хранения. Всё это есть в госкорпорации «Ростех». Обладает этими технологиями и «Росэлектроника». Словом, мы готовы к цифровой революции. В то же время важно, чтобы у нас были не только свои, отечественные комплектующие, но и компетенции по системам управления, обработке потоков информации, на основе которых реализуются управленческие решения – тогда мы сможем транслировать наш опыт на мировые рынки. Мы полагаем, что в ближайшей

перспективе будут востребованы именно комплексные продукты».

Спикер рассказал, что «Росэлектроника» активно взаимодействует с Фондом развития промышленности – предприятия холдинга уже получили оттуда инвестиции в размере 1,5 млрд рублей. Кроме того, ведётся сотрудничество с «Внешэкономбанком» и «Сбербанком», а также изучается возможность взаимодействия с частным сектором относительно инвестиций в капитал дивизиональных структур.

«Что касается объёмов предполагаемых инвестиций – приведу пример конкретного региона. Допустим, концессионное соглашение с Хабаровским краем в части интеллектуальных транспортных систем – а это и датчики, и оборудование, и системы управления, и программное обеспечение – оценивается в пределах 1,2–1,5 млрд рублей. В данном случае речь идёт исключительно об одном сегменте того, что мы называем цифровой экономикой, или «умным» регионом, – сообщил Арсений Брыкин. – Если брать в совокупности, то цифровизация освещения, транспорта и жилищно-коммунального хозяйства потребует огромных инвестиций. Здесь «Росэлектронике», безусловно, понадобятся мощные партнёры по развитию в лице банков, частных инвестиционных фондов и государства, поскольку необходимо диверсифицировать риски и разложить их по разным «коробочкам» – взвалить их не только на плечи промышленности или банка, а разделить со всеми партнёрами, участвующими в проекте. Не просто так мы говорим именно о комплексном технологическом решении: его финансирование тоже требует комплексного подхода».

В «правильном котле»

Заместитель директора Фонда развития промышленности Сергей Вологодский напомнил, что правительством поставлена задача поддержки производств, которые являются компонентной базой для конечной продукции.

«В июле 2017 года на заседании наблюдательного совета мы утвердили новый стандарт, позволяющий поддерживать такие производства, не выдавая им средства под 5% годовых, а предоставляя льготное финансирование на первые три года под 1% и на четвёртый-пятый год под 5% годовых. Первым по этой схеме деньги получило предприятие из Костромской области «Мотордеталь-Кострома», которое производит гильзы, цилиндры для автопрома – не только отечественного, но и зарубежного. Поддержал экспертный совет и проект АО «Петербургский тракторный завод», так что эта программа не только запущена – она уже успешно реализуется. Спрос на неё достаточно высок, поскольку ставка на первые три года составляет 1%, при этом мы даём отсрочку выплаты «тела» долга. Таким образом мы стараемся наладить кооперацию между институтами развития и компаниями, заинтересованными в получении инвестиций. Проблема в том, что пока мы вынуждены использовать ручное управление, а надо бы перейти на системные рельсы».

Арсений Брыкин поддержал посыл о необходимости нахождения точек соприкосновения и взаимовыгодной кооперации:

«Мы долго думали, ждали, оценивали ситуацию и в итоге несколько месяцев назад создали при «Росэлектронике» координационный совет институтов развития и опорных вузов. Сегодня мы ищем перспективные стартапы, аккумулируем их в «плавильный котёл» и приглашаем к участию институты развития. Несмотря на то что на нашей площадке институты развития впервые встретились с крупным индустриальным партнёром, они быстро научились договариваться друг с другом и по совместной экспертизе, и по совместному участию в перспективных проектах. Когда такой «плавильный котёл» существует при крупном индустриальном партнёре, договариваться проще, поскольку виден «мостик» от венчура и посевных фаз до большого индустриального решения, выходящего на рынки с серьёзной маржинальностью – поэтому мы приглашаем заинтересованных коллег из институтов развития в наш «плавильный котёл».

Пока выигрывают импортёры

По мнению первого заместителя генерального директора – главно-

го инженера Агентства по технологическому развитию Вадима Куликова, делая акцент на инновации, для начала стоит разобраться с технологическим комплаенсом.

«Если с финансовым комплаенсом проблем сегодня нет, то технологический вызывает множество вопросов. Например, часто мы не можем определить, какое техническое или технологическое решение целесообразно профинансировать в данный момент. Причём, заметьте, нигде в мире подобное решение не зависит от финансиста, – пояснил эксперт. – К слову, движение в этом направлении уже началось, достигнута договорённость с руководством «Внешэкономбанка». Предполагается, что Агентство по технологическому развитию организует у себя экспертизу, образует экспертную панель, где проекты смогут проходить такой тест. На наш взгляд, это существенно упростит процесс принятия решений».

Также спикер отметил, что сейчас появляется всё больше точечных кейсов: и частные, и государственные банки подключаются к проектному финансированию или как минимум начинают рассматривать такую возможность. Появилась поддержка со стороны государства в виде Фонда развития промышленности, применяются и другие инструменты. Казалось бы, создаются все условия для производства своего, отечественного. Однако, как отмечают производители, на практике всё не так просто. Об этом заявил заместитель генерального директора концерна «РУСЭЛПРОМ», президент Международной ассоциации «Интерэлектромаш» профессор РАНХиГС Святослав Масютин.

«Мы производим электродвигатели в диапазоне от 160 Вт – они умещаются на ладони, до 20 МВт – как пример, гребные электродвигатели для ледокола «Арктика» весом 320 т. С двигателями малой мощности ситуация несколько другая: пока выигрывают импортёры. По статистике, за первое полугодие 2017 года импорт электродвигателей мощностью от 7,5 кВт вырос на 34% по сравнению с аналогичным периодом прошлого года и составил 66 тыс. штук. Немаловажно, что 55 тыс. штук поставил Китай. Если взять массовые двигатели мощностью 7,5–37 кВт, то можно наблюдать такую же картину: из 6,5 тыс. штук 5,5 поставлены Китаем, – сообщил докладчик. – Причина



Вадим Куликов



Святослав Масютин

проста: отечественный потребитель не ставит перед собой цели сберечь энергию, а китайские двигатели имеют низкий коэффициент полезного действия, да и срок их службы меньше, чем у отечественной продукции, но парадокс в том, что это всех устраивает. Мы, наверное, очень богатая страна: пока о сбережении электроэнергии только шумим, а нужно принимать конкретные меры. Хотя бы сделать то, что делается по отношению к нашей продукции в других странах – например, установить такие же пошлины на ввоз. У нас ведь в настоящее время нулевая пошлина для Китая. А попробуйте поставить в Китай двигатели из той номенклатуры, что я назвал, – пошлины будут минимум 11,5%. То же самое с Европой. Почему у нас нулевые пошлины? Наверное, мы слишком богатые. Кстати, мы испытали один из китайских двигателей – коэффициент его полезного действия был на 2% ниже, чем указано в паспорте этого двигателя. Нужно задуматься над этим, потому что в Программе энергосбережения и повышения энергетической эффективности РФ поставлена цель снижения энергоёмкости ВВП к 2020 году на



Владимир Дюков



Дмитрий Гришанков

40% по сравнению с 2007 годом. Мы не сможем её достичь, если не изменим политику импорта, в том числе электродвигателей – именно они потребляют 38% всей электроэнергии. Так давайте покупать то, что выгодно, а не то, что дешево и при этом не всегда качественно».

Спикер добавил, что, хотя в России есть технический регламент и ГОСТы производства электродвигателей, они необязательны для выполнения. В Китае такой двигатель нельзя будет купить или продать – там требования к коэффициенту полезного действия намного выше, чем у нас. Подобных примеров много, и отечественным производителям действительно сложно конкурировать в условиях проникновения на рынок более дешёвых продуктов.

Арсений Брыкин поддержал эксперта: «Безусловно, роль государства-регулятора крайне важна в развитии любых отраслей, в том числе цифровой экономики. Здесь также чрезвычайно важны и лоббирование, и субсидирование, и наличие институтов развития. Прямые бюджетные вливания тоже нужны. Но нужно также

совершенно чётко понимать правила игры и то, насколько они выгодны бизнесу. Если мы не определим критерии отнесения отечественного производителя к российскому рынку или произведённого товара – к продукции отечественного происхождения, то китайцы прибьют здесь гвоздик, привяжут к нему бантик, назовут это отечественным и получат субсидию от российского правительства. Это чётко продемонстрировал коллега на примере электродвигателей. Если не организовать правильное отраслевое лоббирование с точки зрения защиты отечественного потребителя, может дойти до абсурда, когда постановление правительства № 719 «О критериях отнесения промышленной продукции к промышленной продукции, не имеющей аналогов, произведённых в Российской Федерации», призванное помогать российскому производителю, будет на самом деле субсидировать иностранцев. Это как раз вопрос эффективного диалога бизнеса и государственного регулятора в отношении системы поддержки отечественного производителя».

ВОПРОС РЕБРОМ

Заместитель генерального директора по стратегическому планированию и развитию бизнеса, член правления ПАО «Объединённые машиностроительные заводы» Владимир Дюков настроен более оптимистично. По его мнению, правила игры изменились в пользу России:

«ОМЗ инвестировал много средств в производственные мощности, в том числе при помощи основного акционера. Мы уже три-пять лет назад были готовы к пресловутому импортозамещению, к работе с иностранными мейджорами, которые присутствуют в России, или с российскими заказчиками, однако на определённом этапе мы не находили понимания ни у одних, ни у других. За последний год произошёл определённый сдвиг: начали «созревать» не только российские заказчики, но и мейджоры – они наконец поняли, что без реальной локализации им будет очень сложно сохранить свои доли на российском рынке и участвовать в новых проектах. Такие барьеры устанавливают «Газпром», «Роснефть» и прочие компании. Чтобы избежать проблем в дальнейшем, иностранные игроки начинают разворачиваться к российскому машиностроению.

За последние три месяца у меня было шесть встреч с крупными иностранными мейджорами-лицензиарами в области энергетики, нефтегазохимии, которые, отмечу, приходят сами. На определённом этапе мы уже общались с ними, и они были очень пассивны, а теперь обращаются к нам сами, причём не только обсуждают вопрос изготовления на наших мощностях продукции для российских компаний, но и готовы включать нас в список мировых вендоров, чтобы поставлять определённые нишевые продукты, в том числе за рубеж. Они увидели, что российские заказчики – нефтегазовые и энергетические компании – ставят ребром с точки зрения уровня локализации и поставки такого рода оборудования».

Член совета директоров, президент рейтингового агентства «Эксперт РА» Дмитрий Гришанков отметил: в ходе составления XXIII Рейтинга крупнейших компаний России RAEX-600 аналитики пришли к выводу, что импортозамещение остаётся скорее лозунгом, чем продуманной системой конкретных мер. Перевести этот процесс в системную плоскость возможно, но для начала нужно получить ответы на очевидные вопросы и, прежде всего, определить, какова цель импортозамещения? Пожалуй, сейчас реалистичнее говорить об обеспечении импортонезависимости России в наиболее важных секторах экономики, чем о тотальном вытеснении импорта, практически невозможном в современном мире. Кроме того, должны быть чётко определены приоритетные направления импортонезависимости, а их количество стоит ограничить.

«Неплохо было бы хотя бы в общих чертах обрисовать круг компаний, экономически и технологически готовых стать потенциальными поставщиками аналогов импортной продукции, однако, если речь идёт о высокотехнологичном оборудовании, альтернатив предприятий оборонки практически нет. Ко всему прочему, требуются практические решения – налоговые, институциональные, финансовые – по поддержке компаний, реально готовых к разработке высокотехнологичной отечественной продукции, а также корпораций, изъявивших желание приобрести российское», – резюмировал эксперт.



Материал подготовила
Елена Восканян

Е•Х•Р•О ELECTRONICA

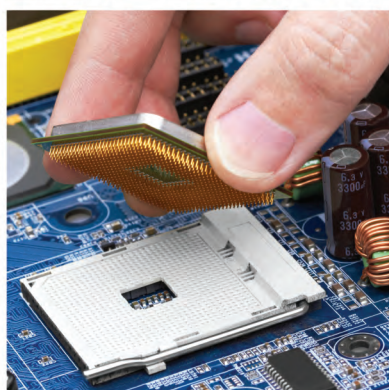
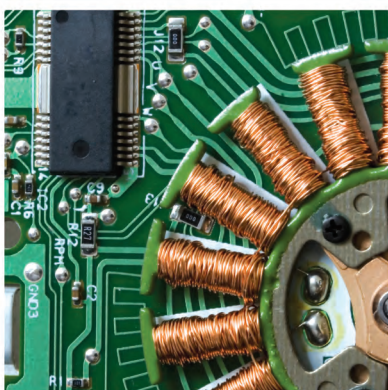
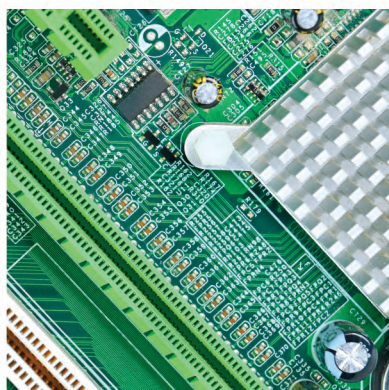


ufi
Approved
Event

**17-19
апреля
2018**

Москва,
Крокус Экспо

Самая крупная в России
выставка электронных
компонентов, модулей
и комплектующих



Реклама

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



Получите электронный билет
expoelectronica.ru

Совместно с выставкой



Только для специалистов

Зачем нужен анализ отказов в микроэлектронике

Вячеслав Дубровинский (dv@sernia.ru), Станислав Колыбин, Виктор Караулов, Кристина Пугач, Андрей Петров

В статье описаны современные методы анализа отказов, применяемые при разработке и производстве микросхем.

Анализ отказов полупроводниковых устройств необходим для выяснения причины отказов и обеспечения на основе этой информации оперативной обратной связи с этапами производства и проектирования. В связи с рыночными требованиями повышенной надёжности, а также разработкой устройств с более высокой степенью интеграции и большими размерами чипа для анализа отказов требуются самые новые технологии.

Чтобы гарантировать надёжность, анализ должен быть «встроен» в устройство ещё на стадиях проектирования и производства, однако полностью избавиться от отказов в процессе производ-

ства и использования в полевых условиях невозможно. Для предотвращения повторного возникновения подобных сбоев должен быть выполнен анализ отказов.

Что такое анализ отказов

Анализ отказов начинается, когда находящееся под наблюдением устройство утрачивает свои основные функции согласно критериям отказа. Отказы включают полную потерю функций и различные уровни деградации. По мере того как электронное оборудование становится всё более сложным, отказы уже не ограничиваются отдельными компонентами, а превращаются

в сложный отказ всей системы. Анализ отказов без учёта этих факторов может привести к ошибочным корректирующим действиям.

Анализ отказов – это исследование характера и механизма отказов с использованием оптических, электрических, физических и химических методик анализа. Прежде чем начать анализ, необходимо собрать подробную информацию об обстоятельствах и симптомах отказов. Сюда входит исследование изменений электрических характеристик и других предшествующих отказу данных, среды, условий нагрузки, монтажа и возможности человеческих ошибок. Анализ этих факторов позволит сделать предположение о потенциальном характере и механизме отказов. На основе этого предположения определяются наиболее подходящие методы и процедуры. Недостаточная информация относительно обстоятельств и симптомов отказов может привести к неподобающему выбору методики анализа, а следовательно, к значительным затратам труда и времени.

Градации отказов по размерности

Отказы могут быть вызваны дефектами на разном уровне, начиная с визуально различимых трещин, заканчивая нарушениями на атомарном уровне. На рисунке 1 показана геометрическая градация отказов по размерности.

Процедура анализа отказов

Как уже было упомянуто, анализ отказов зависит от многих факторов. На рисунке 2 представлена общая процедура анализа отказов. Отказавшее устройство сначала подвергается визуальному осмотру корпуса (входной контроль) и проверке электрических характеристик. Если отказ подтверждается, то вскрывается корпус (производится пробоподготовка) и чип анализируется согласно характеру отказа. В зависимости от типа дефекта для его локализации применяются различные методы (соответствия между типами дефектов и применяемыми метода-



Рис. 1. Геометрическая градация отказов по размерности

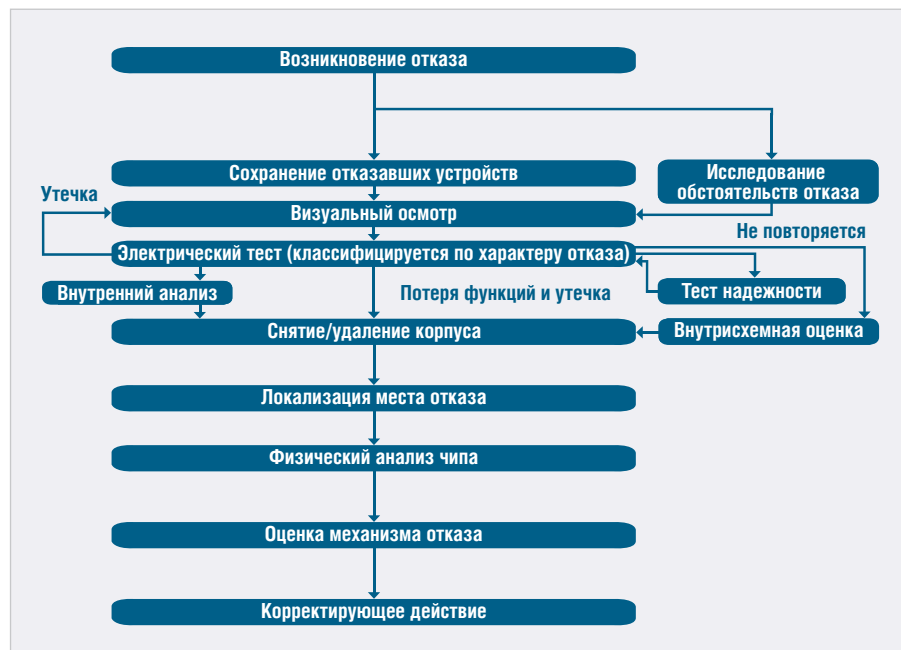


Рис. 2. Общий алгоритм процедуры анализа отказов

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АНАЛИЗА ОТКАЗОВ

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗАТОР 4200A-SCS KEITHLEY

для измерения электрических параметров полупроводниковых устройств и микросхем, в т. ч. на пластине, с целью анализа отказов:

- + анализ качества полупроводниковых материалов;
- + параметрический контроль;
- + функциональный анализ;
- + измерения и контроль электрофизических параметров полупроводниковых приборов и микросхем;
- + измерения вольт-амперных характеристик (ВАХ);
- + измерения вольт-фарадных характеристик (ВФХ);
- + сверхбыстрые импульсные измерения;
- + автоматическое переключение между измерениями ВАХ и ВФХ.



Закажите бесплатную
демонстрацию прибора
с выездом
на Ваше предприятие!

SERNIA ИНЖИНИРИНГ
СОЕДИНЯЯ НАУКУ И ТЕХНОЛОГИИ

www.sernia.ru
+7 (495) 932-92-42



Реклама

ООО «Серния Инжиниринг» - официальный дистрибьютор производителей Tektronix и Keithley

Таблица 1. Методы локализации, применяемые для различных типов дефектов

Тип дефекта	Методы локализации
Загрязнение, посторонние частицы	FIB/SEM, TEM/STEM, EDX, EELS
Резистивная перемычка, мостик	DLS – LADA, SDL, RIL
Разрыв	SLS – CV – OBIC, OBIRCH
Некорректная схема	DLS – LADA, SDL, RIL
Отклонение от геометрии	FIB/SEM, TEM, STEM
Полость	SLS – NB – OBIC, SEI
Аномальный слой	FIB/SEM, TEM, STEM, EDX, EELS
Нарушение барьерного слоя	FIB/SEM, TEM, STEM, EDX, EELS
Дефектная поверхность контакта	FIB/SEM, TEM, STEM, EDX, EELS, AES, XPS, TOF – SIMS
Утечка	PEM, EBIC
Локальная концентрация легирующей примеси	FIB/SEM, TEM, STEM, EDX, EELS, AES, XPS, TOF – SIMS
Дефект кристалла, напряжение	SLS – NB – OBIC, SEI
Короткое замыкание	SLS – CV – OBIC, OBIRCH, TEA
Резистивный переход	SLS – CV – OBIC, OBIRCH
Электромиграция	SLS – CV – OBIC, OBIRCH

ми приведены в таблице 1, расшифровка методов представлена в таблице 2). И только после осуществления этих действий выясняется механизм отказов и определяются корректирующие действия.

Выводы

Процесс изготовления полупроводниковой пластины включает сотни шагов с использованием различных типов материалов, что требует широкого диапазона знаний о процессах проектирования и производства. Если на каком-то этапе проектирования или производства происходит сбой, то поиск причины отказа является слож-

Таблица 2. Расшифровка методов анализа отказов

Название метода	Расшифровка
SEM	Сканирующая электронная микроскопия
STEM	Сканирующая просвечивающая электронная микроскопия
TEM	Просвечивающая электронная микроскопия
EELS	Спектроскопия потери энергии электронами
EBIC	Измерение тока, индуцированного электронным лучом
EDX	Энергодисперсионный анализ
X-Ray	Рентгеновский анализ
SAM	Акустическая микроскопия
IR	Инфракрасная спектроскопия
EBT	Тестирование электронным лучом
PEM	Фотоэмиссионный анализ
LSI	Определение логического состояния сигналов путём пассивного накопления эмиссии
ENR	Рекомбинация электронно-дырочных пар
HCL	Люминесценция горячих носителей
GOL	Утечка в подзатворном диэлектрике
TEA	Термоэмиссионный анализ
LSM	Конфокальная лазерная сканирующая микроскопия
LVP	Измерение напряжения лазерным лучом
LVI	Визуализация контраста напряжения лазерным лучом
TRE	Эмиссионное зондирование с разрешением по времени
RIE	Реактивное ионное травление
FIB	Ионно-лучевая микроскопия
AFM	Атомно-силовая микроскопия
SPM	Сканирующая зондовая микроскопия
STM	Сканирующая туннельная микроскопия
SLS	Статическая лазерная стимуляция
OBIC	Измерение тока, индуцированного оптическим лучом при постоянном напряжении смещения
OBIRCH	Изменение сопротивления, индуцированное оптическим лучом
SEI	Метод визуализации эффекта Зеебека
WDX	Волновой микроанализ
TOF-SIMS	Времяпролётная масс-спектрометрия вторичных ионов
D-SIMS	Динамическая масс-спектрометрия вторичных ионов
XPS	Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия

ной процедурой, которая требует знаний о современных методах исследования. Однако проведение такой процедуры чрезвычайно важно, поскольку анализ отказов позволяет не только найти причины отказов и устранить их, но и предотвратить сбой в работе микросхемы, откорректировать процесс производства, что в конечном итоге снижает долю бракованной продукции, затраты производства и обе-

спечивает выпуск надёжной микроэлектроники.

ЛИТЕРАТУРА

1. Renesas Electronics. Semiconductor Reliability Handbook. Rev.2.50. Jan. 2017: <https://www.renesas.com/zh-tw/doc/products/others/r51zz0001ej0250.pdf>
2. Microelectronics Failure Analysis. Desk Reference Fifth Edition. Published by ASM International, 2011.



НОВОСТИ МИРА

«Микрон» освоил выпуск меток с защитным кодом

«Микрон» освоил серийный выпуск меток M6025P/ONH с поддержкой стандарта NFC и функцией индикации вскрытия, которые обеспечивают расширенную защиту бренда, аутентификацию продукции, а также размещение маркетинговых и интеллектуальных приложений и т.д. Решение используется для маркировки различных предметов из стекла, картона, дерева или пластика.

RFID-метка имеет сигнальную петлю с нанесёнными по периметру насечками, предназначенными для лёгкого разрушения в процессе её переклейки или вскрытия. При разрушении сигнального провода в память метки записывается событие о нарушении целостности антенны, и во время считывания выдаются изменённые данные или секретный код. Радиус считывания данной метки составляет 1–4 см, рабочая частота – 13,56 МГц ± 7 кГц, а высокоскоростной интерфейс позволяет передавать данные на скорости 106 кбит/с.

Продукту присваивается уникальный цифровой URL-адрес, который открывает доступ к информации о производителе и спецификации товара, обеспечивая защиту от контрафакта и несанкционированного вскрытия. Для получения обратной связи можно использовать программы лояльности и вознаграждения, доступ к социальным сообществам, мониторинг клиентов, запрос о состоянии продукта в режиме реального времени.

www.rusnano.com



ADLINK
TECHNOLOGY INC.

Высокопроизводительное PXI/PXIe-оборудование ADLINK для тестирования и измерений



PXI Express-платформа



PXES-2590+PXIe-3985

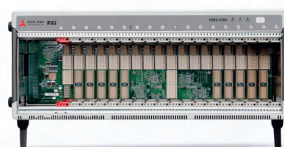
3U, полностью гибридное
9-слотовое шасси,
PXIe-контроллер
с процессором Intel Core i7



PXIe-9852

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

18-слотовое 3U PXI Express-шасси



PXES-2780

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

HDMI-модули видеоаудиозахвата



PXIe-HDV62A

Одноканальный модуль
видеоаудиозахвата
высокого разрешения

ProSoft®
WWW.PROSOFT.RU
ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

МОСКВА (495) 234-0636 info@prosoft.ru
С.-ПЕТЕРБУРГ (812) 448-0444 info@spb.prosoft.ru
АЛМА-АТА (727) 321-8324 sales@kz.prosoft.ru
ВОЛГОГРАД (8442) 260-048 volgograd@prosoft.ru
ЕКАТЕРИНБУРГ (343) 376-2820 info@prosoftsystems.ru
КАЗАНЬ (843) 203-6020 info@kzn.prosoft.ru
КРАСНОДАР (861) 224-9513 krasnodar@prosoft.ru

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



Реклама

НОВОСТИ МИРА

KEYSIGHT TECHNOLOGIES ПОЛУЧИЛА СЕРТИФИКАТ НА ПО ТЕСТИРОВАНИЯ СИСТЕМ eCALL

Keysight Technologies объявила о том, что эмулятор центра обработки вызовов дежурно-диспетчерской службы (PSAP) Keysight E6951A сертифицирован организацией NavCert GmbH. Эмулятор E6951A входит в состав решения для тестирования на соответствие стандартам систем экстренного вызова (eCall) E6950A компании Keysight. Сертификат выдан 18 декабря 2017 года.



Согласно нормативному акту ЕС 2015/758у, вступающему в силу с 1 апреля 2018 года, встроенными (IVS) системами экстренного

вызова eCall должны оборудоваться все новые типы автомобилей категорий M1 и N1 (легковые автомобили и лёгкие фургоны), причём эти системы должны быть сертифицированы в соответствии с Приложениями I–VIII к нормативному акту ЕС 2017/79.

Эмулятор E6951A PSAP компании Keysight прошёл независимую проверку в центре сертификации eCall и признан способным эмулировать работу центра обработки вызовов дежурно-диспетчерской службы (PSAP) в соответствии со стандартами ЕС. Таким образом, заказчики могут быть уверены, что если их модули IVS успешно прошли испытания на эмуляторе E6951A PSAP, то они соответствуют требованиям вышеупомянутых стандартов.

Кроме того, эмулятор E6951A PSAP поддерживает режим реальной сети. Этот режим позволяет проверять функциональность модулей IVS с помощью стандартных сотовых телефонов в реальных условиях работы, например тестировать экстренные вызовы в зонах неуверенного приёма или проверять устойчивость модулей IVS во время краш-тестов.

Организация NavCert сертифицировала Эмулятор Keysight E6951A PSAP на соответ-

ствие стандартам EN 16454 и EN 15722, что подробно описано на её сайте.

*Дополнительная информация
о решении eCall компании Keysight
доступна по ссылке
www.keysight.com/find/ecall.*

В России задумались над созданием Министерства искусственного интеллекта

С инициативой создать новое ведомство выступил глава «Сбербанка» Герман Греф. По его словам, министерство необходимо, поскольку в бизнесе «буквально все» начинают осваивать искусственный интеллект.



При этом, как отметил Греф, ИИ интересуется и государство, а само создание нового ведомства – смелое решение. Пред-

ProCHIP

POWERED BY ProSOFT

Активный компонент вашего бизнеса

- + Различные решения по подбору элементной базы
- + Осуществление поставок комплектующих для серийного производства и новых разработок
- + Поддержка склада
- + Оказание технической и информационной поддержки



+7 (495) 232-2522
INFO@PROCHIP.RU
WWW.PROCHIP.RU



Реклама

Wolfspeed

CRANE
AEROSPACE &
ELECTRONICS

SHARP

BULGIN

HUMMEL

SEMILEDS

RAYSTAR
OLED Display Provider

MICROMETALS
WIGON POWDER CORP.

anadigm

CREE

APBENOC

AUO

Grayhill

HARTING
Pushing Performance

PHILIPS
LUMILEDS

LUMINEQ
POWERED BY BENQ
PowerLite knows no Power-It's different

XP XP Power

MPS
Monolithic Power Systems

ложение было озвучено на форуме «Лидеры России».

В качестве аргумента глава «Сбербанка» привёл опыт Объединённых Арабских Эмиратов, которые первыми в мире создали Министерство по искусственному интеллекту. Главой этого ведомства является 26-летний молодой человек.

Новости Интернета вещей

В Калининградской области появится не имеющий аналогов научно-исследовательский технологический центр

GS Nanotech, правительство Калининградской области и БФУ им. И. Канта подписали соглашение о сотрудничестве, в рамках которого в регионе будет реализована уникальная для России комплексная программа прикладных и фундаментальных научных исследований в инновационной сфере. Ключевой задачей программы является развитие инновационной экосистемы и повышение привлекательности Калининградской области для инновационных компаний.

Программа подразумевает сотрудничество по двум основным направлениям: партнёрство в области прикладных научных исследований, в рамках которого в регионе планируется создание передовых научно-исследовательских центров и лабораторий в сфере высоких технологий, и совместная деятельность в области фундаментальной науки, в том числе проведение исследований и разработок по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России.

Первым шагом в реализации этой масштабной программы станет создание на территории «Технополиса GS» научно-исследовательского центра, который станет частью проекта Университетского кампуса в области инженерных и технических наук и объединит производственные возможности и R&D холдинга GS Group и научно-исследовательские компетенции БФУ. В первом в России центре такого формата будет сосредоточена необходимая научно-техническая инфраструктура для проведения прикладных и научных исследований в области микроэлектроники и материаловедения, а в перспективе – и фундаментальных научных разработок в нейротехнологиях, технологиях виртуальной и дополненной реальности.

www.gs-group.com

Завершён масштабный проект «Остек-ЭК» с ОАО «ИНТЕГРАЛ»

В декабре 2017 года специалисты компании «Остек-ЭК» завершили проект по вводу

в эксплуатацию комплекса оборудования для микросборочного производства ОАО «ИНТЕГРАЛ» (Минск). В настоящий момент успешно пройдены программы ПСИ поставленных единиц и подписаны технические акты.

Для выхода на новый уровень качества продукции ОАО «ИНТЕГРАЛ» нуждалось в современных технологиях для производственных процессов.

На предприятие были поставлены:

- Esec 2100 xPplus – интеллектуальная установка монтажа кристаллов – 2 шт.;

- IConn Plus – интеллектуальная система шариковой микросварки – 4 шт.;
 - AMS-i 306 – интеллектуальная установка герметизации корпусов – 1 шт.;
 - Fico Compact Line-X – интеллектуальная установка формовки и обрезки выводов – 1 шт.
- Специалисты компании помогли ОАО «ИНТЕГРАЛ» усовершенствовать существующий промышленный процесс и довести его до высокого уровня, внедрив на предприятии интеллектуальные автоматические системы.

www.ostec-micro.ru





ХОРОШО ПОД СОЛНЦЕМ, ЕСЛИ ТЫ LITEMAX!

Дисплеи сверхвысокой яркости

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

PROSOFT®

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636 • INFO@PROSOFT.RU • WWW.PROSOFT.RU



Реклама

Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32.

Подключение акселерометра LIS302DL к микроконтроллеру

Олег Вальпа (sandh@narod.ru)

В статье приведено описание акселерометра LIS302DL и его подключения к микроконтроллеру серии STM32 компании STMicroelectronics, а также представлены примеры программ для практического использования данного акселерометра.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время широкое распространение получили миниатюрные акселерометры в виде интегральных микросхем, которые позволяют измерять разность между ускорением объекта и гравитационным ускорением земли. На практике данные устройства применяются для регистрации ударных нагрузок, вибрации объектов, а также для определения ориентации объекта в пространстве.

Как правило, акселерометр представляет собой чувствительный элемент, закреплённый в упругом подвесе. Отклонение элемента от его первоначального положения при наличии ускорения позволяет измерять величину данного ускорения. По конструктивному исполнению акселерометры подразделяются на однокомпонентные, двухкомпонентные и трёхкомпонентные устройства, измеряющие ускорение вдоль одной, двух или трёх осей соответственно. Некоторые акселерометры имеют встроенные системы сбора и обработки данных, что позволяет создавать на их основе системы для измерения ускорения и вибрации со всеми необходимыми элементами.

Компания STMicroelectronics [1] производит двухкомпонентный акселерометр LIS202DL и трёхкомпонентный LIS302DL.

ОПИСАНИЕ АКСЕЛЕРОМЕТРА

Рассмотрим структуру, способ подключения и пример использования акселерометра LIS302DL. Акселерометр LIS302DL обладает следующими характеристиками:

- напряжение питания от 2,16 до 3,6 В;
- совместимость с сигналами 1,8 В;
- потребляемая мощность менее 1 мВт;
- цифровые интерфейсы связи SPI и I²C;
- измерение ускорения по трём осям;
- два диапазона измерения: $\pm 2g$ и $\pm 8g$;
- программируемый генератор прерываний;
- встроенный режим самодиагностики;
- обнаружение постукиваний;
- распознавание одиночных и двойных постукиваний;
- встроенный фильтр высоких частот;
- стойкость к ударным воздействиям до 10 000g;
- размеры 3×5×0,9 мм;
- корпус LGA14.

На рисунке 1 показаны внешний вид акселерометра LIS302DL, направление его осей измерения ускорения и нумерация выводов. Структурная схема акселерометра LIS302DL приведена на рисунке 2. Назначение выводов акселерометра LIS302DL представлено в таблице 1. Схема подключения

микроконтроллера STM32 к акселерометру показана на рисунке 3.

Взаимодействие микроконтроллера с акселерометром осуществляется посредством регистров. На рисунке 4 приведена временная диаграмма обмена данными с акселерометром через интерфейс SPI. На этом рисунке представлены сигналы интерфейса SPI, а также разряды данных и адреса регистров акселерометра.

Разряд R/W служит для задания режима чтения и записи. Если этот разряд равен нулю, то байт данных DI7-DI0 будет записан в регистр по адресу AD5..AD0, в противном случае, при R/W, равном 1, байт данных DO7-DO0 будет прочитан из регистра по адресу AD5..AD0. Разряд M/S используется для блочного чтения и записи нескольких регистров подряд. Если этот разряд равен нулю, то после передачи адреса будет читаться или записываться один и тот же регистр для любого количества операций чтения и записи. Если этот разряд будет равен единице, то адрес будет автоматически увеличиваться на единицу после каждой операции чтения или записи.

ОПЕРАЦИИ ЧТЕНИЯ И ЗАПИСИ

Чтение одного регистра акселерометра, например с адресом 0x01, осуществляется следующим образом. Необходимо установить сигнал CS равным нулю, затем передать первый байт 0x81, который содержит адрес считываемого регистра, единичный бит R/W и нулевой бит M/S. Затем следует передать произвольный байт, для того

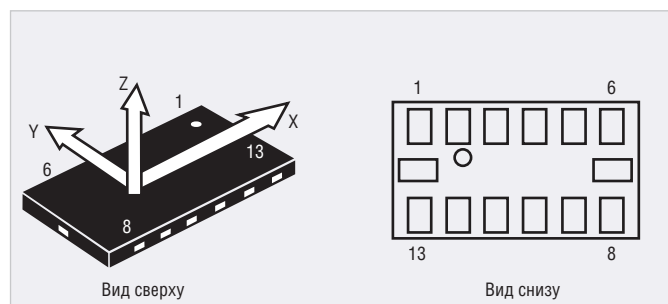


Рис. 1. Внешний вид акселерометра

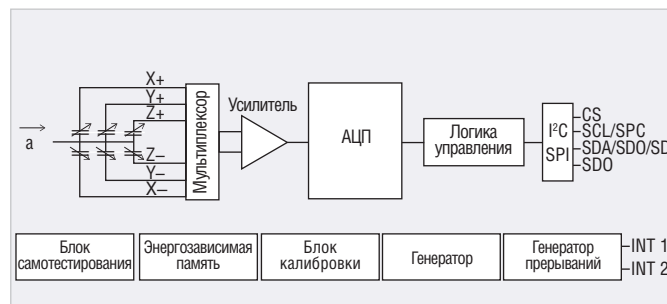


Рис. 2. Структурная схема акселерометра

Таблица 1. Назначение выводов акселерометра LIS302DL

Номер вывода	Имя	Назначение
1	Vdd_IO	Питание выводов I/O
2	GND	Общий вывод
3	Reserved	Резерв, подключается к Vdd
4	GND	Общий вывод
5	GND	Общий вывод
6	Vdd	Напряжение питания
7	CS	Выбор интерфейса (0 – SPI, 1 – I ² C)
8	INT1	Вывод прерывания 1
9	INT2	Вывод прерывания 2
10	GND	Общий вывод
11	Reserved	Резерв, подключается к GND
12	SDO	В режиме SPI – сигнал выходных данных; в режиме I ² C – младший бит адреса;
13	SDI SDA SDO	В режиме SPI – сигнал входных данных; в режиме I ² C – сигнал данных; в режиме 3-проводного SPI – сигнал двустороннего обмена данными
14	SPC SCL	Вывод синхронизации SPI и I ² C

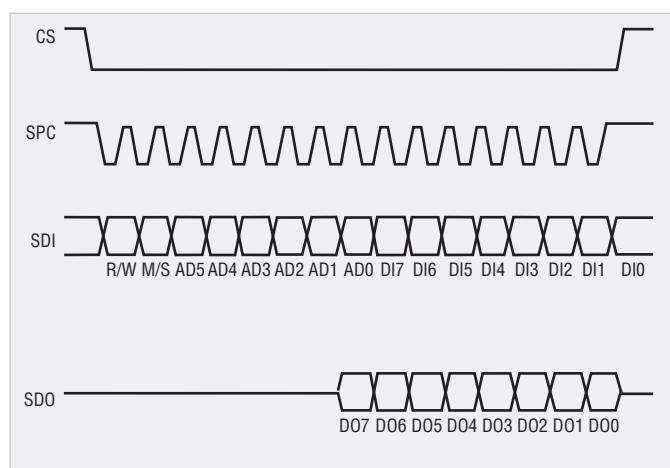


Рис. 4. Временная диаграмма

чтобы данные регистра от акселерометра поступили через интерфейс SPI в микроконтроллер, после чего необходимо сохранить принятые данные регистра и установить высокий логический уровень на выводе CS. Для регулярного чтения одного и того же регистра можно постоянно повторять операции получения данных, не изменяя сигнал CS.

Запись одного регистра, например с адресом 0x01, производится установкой сигнала CS равным нулю, затем передаются первый байт 0x01, который содержит адрес записываемого регистра, нулевой бит R/W и нулевой бит M/S, после чего необходимо передать новое значение регистра. Завершается операция установкой высокого логического уровня на выводе CS. Для регулярной записи данных в один и тот же регистр можно постоянно повторять операции записи, не изменяя сигнал CS.

Чтение нескольких регистров акселерометра, например начиная с адреса 0x01, выполняется в следующем порядке. Сигнала CS устанавлива-

ется в нулевое состояние, затем передаются первый байт 0xC1, который содержит адрес считываемого регистра, единичный бит R/W и единичный бит M/S. После этого необходимо последовательно передать произвольный байт, для того чтобы данные регистров от акселерометра поступали через интерфейс SPI в микроконтроллер. Адреса регистров при этом будут автоматически увеличиваться на единицу. При этом необходимо сохранять принимаемые данные регистров. Для завершения чтения следует установить высокий логический уровень на выводе CS.

Запись нескольких регистров производится аналогично чтению нескольких регистров, т.е. после каждой записи адрес автоматически увеличивается на единицу. Например, для записи трёх байт 0xD1, 0xD2 и 0xD3 в регистры с адресами 0x01, 0x02 и 0x03 следует установить сигнал CS равным нулю, затем передать первый байт 0x41, который содержит адрес записываемого регистра, нулевой бит R/W и единичный бит M/S. После этого

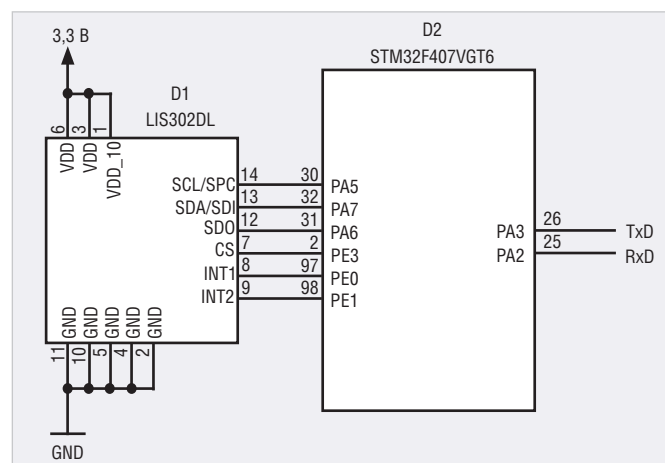


Рис. 3. Схема подключения микроконтроллера STM32 к акселерометру

Таблица 2. Назначение разрядов регистра CTRL_REG1

Разряд	Имя	Назначение
7	DR (0)	Выбор частоты выборки: 0 – 100 Гц, 1 – 400 Гц
6	PD (0)	Управление питанием: 0 – питание отключено, 1 – питание включено
5	FS (0)	Выбор диапазона измерений: 0 – диапазон $\pm 2g$, 1 – диапазон $\pm 8g$
4	STP (0)	Управление режимом самодиагностики: STP 0, STM 0 – самодиагностика выключена; STP 0, STM 1 – самодиагностика в режиме P; STP 1, STM 0 – самодиагностика в режиме M; STP 1, STM 1 – запрещённая комбинация
3	STM (0)	
2	Zen (1)	Разрешение генерации сигнала готовности данных для оси Z: 0 – запрещено, 1 – разрешено
1	Yen (1)	Разрешение генерации сигнала готовности данных для оси Y: 0 – запрещено, 1 – разрешено
0	Xen (1)	Разрешение генерации сигнала готовности данных для оси X: 0 – запрещено, 1 – разрешено

необходимо последовательно передать байты 0xD1, 0xD2 и 0xD3, которые автоматически запишутся в регистры с адресами 0x01, 0x02 и 0x03. Для завершения записи следует установить высокий логический уровень на выводе CS.

РЕГИСТРЫ АКСЕЛЕРОМЕТРА

Рассмотрим назначение основных регистров акселерометра, при помощи которых задаются режимы его работы и производится измерение ускорений. Регистр, содержащий идентификатор акселерометра LIS302DL, имеет название WhoAmI и адрес 0x0F. Его значение можно только прочитать. При чтении данный регистр возвращает код 0x3B, который идентифицирует акселерометр как LIS302DL.

Первый регистр настройки имеет имя CTRL_REG1 и адрес 0x20. Назначение его разрядов приведено в таблице 2. В таблице рядом с именем регистра в скобках указано значение регистра по умолчанию после подачи питания или сброса. Второй регистр настройки имеет имя CTRL_REG2 и адрес 0x21.

Таблица 3. Назначение разрядов регистра CTRL_REG2

Разряд	Имя	Назначение
7	SIM (0)	Выбор режима SPI: 0 – 4-проводной режим, 1 – 3-проводной режим
6	BOOT (0)	Сброс регистров в исходное состояние: 0 – работа, 1 – сброс
5	–	Не используется
4	FDS (0)	Выбор фильтрации данных: 0 – фильтрация притяжения земли отключена, 1 – фильтрация включена
3	HP_FF_WU2 (0)	Управление фильтром верхних частот для модуля генерации прерывания FF_WU2: 0 – отключён, 1 – включён
2	HP_FF_WU1 (0)	Управление фильтром верхних частот для модуля генерации прерывания FF_WU1: 0 – отключён, 1 – включён
1 0	HP_coeff2 (0) HP_coeff1 (0)	Управление частотой среза фильтра верхних частот: Разрешение генерации сигнала готовности данных для оси X:
		HP_coeff2 HP_coeff1 Скорость 100 Гц Скорость 400 Гц
		0 0 2 8
		0 1 1 4
		1 0 0,5 2
		1 1 0,25 1

Таблица 5. Назначение разрядов регистра STATUS_REG

Разряд	Имя	Назначение
7	ZXYOR (0)	Данные в регистрах OUT_X, OUT_Y и OUT_Z обновлены новыми значениями, а их предыдущее содержимое не было прочитано
6	ZOR (0)	Данные в регистре OUT_Z обновлены до прочтения
5	YOR (0)	Данные в регистре OUT_Y обновлены до прочтения
4	XOR (0)	Данные в регистре OUT_X обновлены до прочтения
3	ZYXDA (0)	Доступны новые данные в регистрах OUT_X, OUT_Y и OUT_Z
2	ZDA (0)	Доступны новые данные в регистре OUT_Z
1	YDA (0)	Доступны новые данные в регистре OUT_Y
0	ZDA (0)	Доступны новые данные в регистре OUT_X

Таблица 7. Назначение разрядов регистров FF_WU_SRC_1 и FF_WU_SRC_2

Разряд	Имя	Назначение
7	–	Не используется
6	IA (0)	Активность прерывания: 0 – нет, 1 – одно из прерываний произошло
5	ZH (0)	Уровень по оси Z выше порога: 0 – нет, 1 – да
4	ZL (0)	Уровень по оси Z ниже порога: 0 – нет, 1 – да
3	YH (0)	Уровень по оси Y выше порога: 0 – нет, 1 – да
2	YL (0)	Уровень по оси Y ниже порога: 0 – нет, 1 – да
1	XH (0)	Уровень по оси X выше порога: 0 – нет, 1 – да
0	XL (0)	Уровень по оси X ниже порога: 0 – нет, 1 – да

Назначение его разрядов приведено в таблице 3.

Третий регистр акселерометра служит для настройки прерываний. Он имеет имя CTRL_REG3 и адрес 0x22. Назначение его разрядов приведено в таблице 4. Сигналы FF_WU_1 и FF_WU_2 формируются двумя независимыми блоками и предназначены для генерации прерываний, в случае если ускорение по одной или нескольким осям выходит за заданный порог.

Следующий регистр HP_FILTER_RESET по адресу 0x23 называется фиктивным. Чтение этого регистра обнуляет содержимое регистров OUT_X, OUT_Y и OUT_Z внутреннего высокочастотного фильтра, т.е. значения ускорений по всем трём осям одновременно принимают значения 0g.

Регистр статуса STATUS_REG с адресом 0x27 содержит флаги, сигнализирующие об определённых событиях. Назначение флагов приведено в таблице 5.

Регистры данных с именами OUT_X, OUT_Y, OUT_Z, размещённые по адресам 0x29, 0x2B, 0x2D, содержат текущие данные измерений ускорения по осям X, Y и Z соответственно.

Акселерометр имеет два независимых модуля, которые самостоятельно читают данные из регистров OUT_X, OUT_Y, OUT_Z, и на их основе при определённых условиях генерируют прерывания. Для настройки каждого модуля используются четыре регистра, которые описаны ниже. Регистр FF_WU_CFG_1 по адресу 0x30 и регистр FF_WU_CFG_2 по адресу 0x34 позво-

Таблица 4. Назначение разрядов регистра CTRL_REG3

Разряд	Имя	Назначение
7	IHL (0)	Управление уровнем активного сигнала прерывания: 0 – высокий уровень, 1 – низкий уровень
6	PP_OD (0)	Тип выводов INT1 и INT2: 0 – двухтактный выход, 1 – открытый коллектор
5 4 3	I2CFG2 (0) I2CFG1 (0) I2CFG0 (0)	Управление выводом INT2:
		I2CFG2 I2CFG1 I2CFG0 Источник сигнала
		0 0 0 Отключён и заземлён
		0 0 1 FF_WU_1
		0 1 0 FF_WU_2
2 1 0	I1CFG2 (0) I1CFG1 (0) I1CFG0 (0)	Управление выводом INT1:
		I1CFG2 I1CFG1 I1CFG0 Источник сигнала
		0 0 0 Отключён и заземлён
		0 0 1 FF_WU_1
		0 1 0 FF_WU_2
		0 1 1 FF_WU_1 или FF_WU_2
		1 0 0 Готовность данных
		1 1 1 Прерывание от щелчка

Таблица 6. Назначение разрядов регистров FF_WU_CFG_1 и FF_WU_CFG_2

Разряд	Имя	Назначение
7	AOI (0)	Выбор логической комбинации ИЛИ/И между битами XHIE, YHIE, ZHIE, XLIE, YLIE и ZLIE для генерации прерывания: 0 – логическое ИЛИ, 1 – логическое И
6	LIR (0)	Защёлка запроса прерывания: 0 – запрос не фиксируется, 1 – запрос фиксируется
5	ZHIE (0)	Разрешение прерывания при ускорении выше порога по оси Z: 0 – разрешено, 1 – запрещено
4	ZLIE (0)	Разрешение прерывания при ускорении ниже порога по оси Z: 0 – разрешено, 1 – запрещено
3	YHIE (0)	Разрешение прерывания при ускорении выше порога по оси Y: 0 – разрешено, 1 – запрещено
2	YLIE (0)	Разрешение прерывания при ускорении ниже порога по оси Y: 0 – разрешено, 1 – запрещено
1	XHIE (0)	Разрешение прерывания при ускорении выше порога по оси X: 0 – разрешено, 1 – запрещено
0	XLIE (0)	Разрешение прерывания при ускорении ниже порога по оси X: 0 – разрешено, 1 – запрещено

Таблица 8. Назначение разрядов регистров FF_WU_THS_1 и FF_WU_THS_2

Разряд	Имя	Назначение
7	DCRM (0)	Режима сброса счетчика: 0 – счётчик сбрасывается, 1 – счётчик уменьшается
6	THS6 (0)	Порог ускорения
5	THS5 (0)	
4	THS4 (0)	
3	THS3 (0)	
2	THS2 (0)	
1	THS1 (0)	
0	THS0 (0)	

ляют настроить условия возникновения прерывания для первого и второго модуля соответственно. Назначение их разрядов приведено в таблице 6.

Регистр FF_WU_SRC_1 по адресу 0x31 и регистр FF_WU_SRC_2 по адресу 0x35 являются статусными и позволяют проанализировать возникновение прерывания для первого и второго модуля соответственно. Назначение разрядов этих регистров приведено в таблице 7.

Регистр FF_WU_THS_1 по адресу 0x32 и регистр FF_WU_THS_2 по адресу 0x36 служат для задания порогового значения ускорения. Назначение разрядов этих регистров приведено в таблице 8.

Регистры FF_WU_DURATION_1 по адресу 0x37 и FF_WU_DURATION_2 по адресу 0x38 задают минимальную продолжительность события. При частоте выбор-

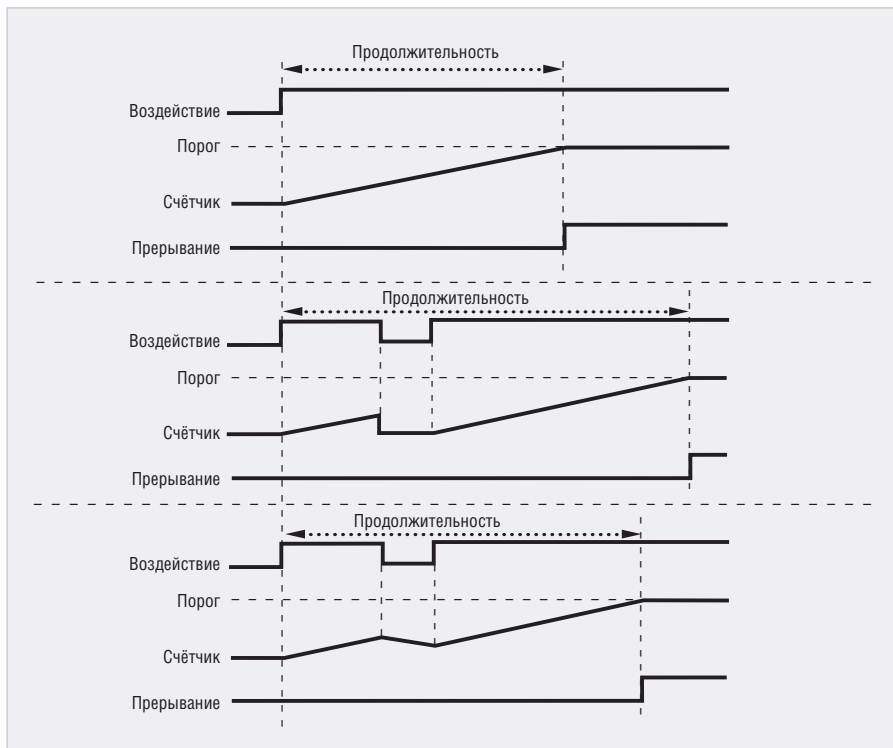


Рис. 5. Диаграммы формирования прерывания

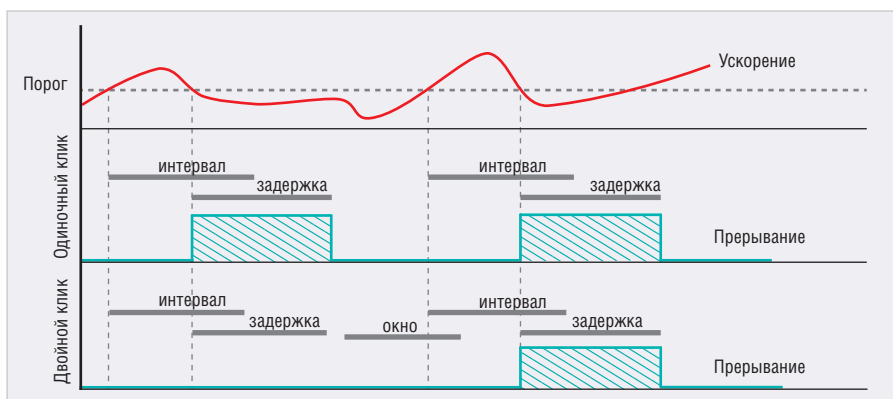


Рис. 7. Диаграммы формирования прерываний для одиночного и двойного кликов

ки 400 Гц регистры позволяют задавать значение от 0 до 637,5 мс с шагом 2,5 мс. При частоте выборки 100 Гц значение можно изменять в диапазоне от 0 до 2,55 с с шагом 10 мс. Назначение этих регистров проиллюстрировано временными диаграммами на рисунке 5.

При возникновении физического воздействия, например при ускорении по оси X больше порогового, в акселерометре запускается счётчик. Когда значение этого счётчика достигает значения регистра FF_WU_DURATION_1 или FF_WU_DURATION_2, формируется прерывание в виде смены логического уровня на выводах INT1 или INT2 соответственно.

В случае если воздействие на акселерометр, вызывающее прерывание, непродолжительно, например ускорение

уменьшилось и не достигло порогового, возможны два варианта развития событий. При сброшенном разряде DCRM счётчик обнулится и начнёт отсчёт с нуля при очередном превышении порога ускорения. Если разряд DCRM установлен в единичное состояние, то счётчик начнёт уменьшать своё значение. Таким способом осуществляется защита от ложных срабатываний. Если значение регистра FF_WU_DURATION_1 или FF_WU_DURATION_2 равно нулю, то прерывание формируется по событию без задержек.

Остальные регистры акселерометра предназначены для настройки блока, генерирующего прерывания при одиночном или двойном ударном воздействии на акселерометр, в результате которого ускорение по какой-либо оси превышает заданный порог CLICK_THS

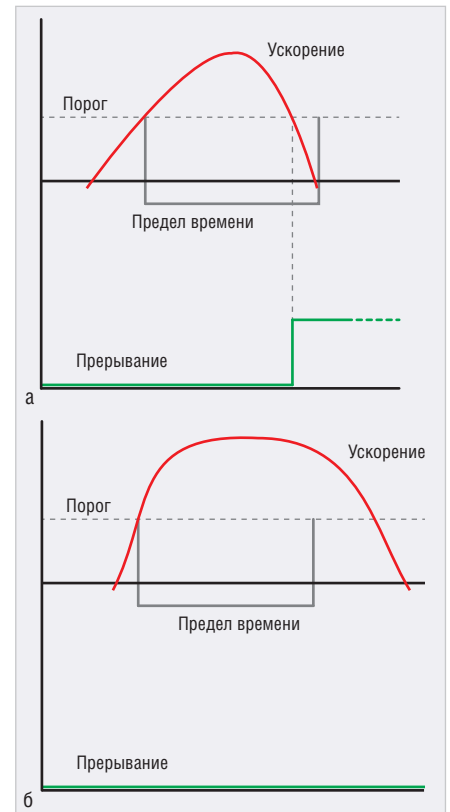


Рис. 6. Диаграммы формирования прерываний при различных воздействиях: а) прерывание происходит; б) прерывания не происходит

и опускается ниже этого порога раньше времени, заданного значением CLICK_TIMELIMIT. Такие воздействия называются кликами. На рисунке 6 приведены две диаграммы при различных воздействиях ускорения на акселерометр. На рисунке 6а видно, как ускорение плавно нарастает и превышает пороговый уровень, а затем так же плавно снижается. При этом ускорение пересекается с заданным порогом в отведённый предел времени. В таком случае формируется прерывание клика. На рисунке 6б изображён затянувшийся во времени клик: ускорение довольно медленно снижалось и пересеклось с порогом позже отпущенного времени. В данном случае прерывания клика не произошло.

Двойной клик представляет собой два одиночных клика, причём второй клик должен быть совершён до истечения временного окна CLICK_WINDOW с момента первого клика. На рисунке 7 показаны графики формирования прерываний для одиночного и двойного кликов при одинаковом изменении ускорения.

Регистр для выбора осей, по которым отслеживаются клики, называется CLICK_CFG и имеет адрес 0x38. Назначение его разрядов приведе-

Таблица 9. Назначение разрядов регистра CLICK_CFG

Разряд	Имя	Назначение
7	–	Не используется
6	LIR (0)	Защёлка запроса прерывания: 0 – запрос не фиксируется, 1 – запрос фиксируется
5	Double_Z (0)	Отслеживать двойные клики по оси Z: 0 – нет, 1 – да
4	Single_Z (0)	Отслеживать одиночные клики по оси Z: 0 – нет, 1 – да
3	Double_Y (0)	Отслеживать двойные клики по оси Y: 0 – нет, 1 – да
2	Single_Y (0)	Отслеживать одиночные клики по оси Y: 0 – нет, 1 – да
1	Double_X (0)	Отслеживать двойные клики по оси X: 0 – нет, 1 – да
0	Single_X (0)	Отслеживать одиночные клики по оси X: 0 – нет, 1 – да

Таблица 10. Назначение разрядов регистра CLICK_SRC

Разряд	Имя	Назначение
7	–	Не используется
6	IA (0)	Активность прерывания: 0 – нет, 1 – одно из прерываний произошло
5	Double_Z (0)	Произошло прерывание двойного клика по оси Z: 0 – нет, 1 – да
4	Single_Z (0)	Произошло прерывание одиночного клика по оси Z: 0 – нет, 1 – да
3	Double_Y (0)	Произошло прерывание двойного клика по оси Y: 0 – нет, 1 – да
2	Single_Y (0)	Произошло прерывание одиночного клика по оси Y: 0 – нет, 1 – да
1	Double_X (0)	Произошло прерывание двойного клика по оси X: 0 – нет, 1 – да
0	Single_X (0)	Произошло прерывание одиночного клика по оси X: 0 – нет, 1 – да

Листинг 1

```
#include <lib_func.c> // Подключить библиотеку функций
int main(void) { // Главный модуль программы
    char str[4]; // Буфер строки
    usart_init(); // Инициализация UART
    spi_init(); // Инициализация SPI
    setReg(LIS302DL_CTRL_REG1, (1<<PD_CTRL_REG1)); // Включить акселерометр
    while(1) { // Циклическое чтение ускорения из трёх регистров и вывод в UART
        delay(); // Задержка для очередного измерения
        itoa((int8_t) getReg(LIS302DL_OUT_X), &str); send_str(&str); send_str(",");
        itoa((int8_t) getReg(LIS302DL_OUT_Y), &str); send_str(&str); send_str(",");
        itoa((int8_t) getReg(LIS302DL_OUT_Z), &str); send_str(&str); send_str("\n");
    }
}
```

Листинг 2

```
#include <lib_func.c> // Подключить библиотеку функций
int main(void) { // Главный модуль программы
    char str[4]; // Буфер строки
    usart_init(); // Инициализация UART
    spi_init(); // Инициализация SPI
    enable_int(); // Разрешить прерывание по нарастающему фронту на выводе PE0
    getReg(LIS302DL_FF_WU_SRC1_REG); // Читать регистр для его обнуления
    // Включить акселерометр
    setReg(LIS302DL_CTRL_REG1, (1<<PD_CTRL_REG1) | (1<<ZEN_CTRL_REG1) |
        (1<<XEN_CTRL_REG1) | (1<<YEN_CTRL_REG1));
    // Включить фильтр для исключения влияния ориентации акселерометра в
    // пространстве на измерения
    setReg(LIS302DL_CTRL_REG2, (1<<FDS_CTRL_REG2));
    // Разрешить прерывания от FF_WU_1 на выводе INT1
    setReg(LIS302DL_CTRL_REG3, (1<<I1CFG0_CTRL_REG3));
    setReg(LIS302DL_FF_WU_THS1_REG, 55); // Задать пороговое значение
    // Разрешить прерывание при превышении ускорения по любой оси порогового
    // значения
    setReg(LIS302DL_FF_WU_CFG1_REG, (1<<AOI_FF_WU_CFG_REG) | (1<<LIR_FF_WU_CFG_REG)
        | (1<<ZHIE_FF_WU_CFG_REG) | (1<<YHIE_FF_WU_CFG_REG) | (1<<XHIE_FF_WU_CFG_REG));
    while(1){}; // Ждать прерывания
}
```

Листинг 3

```
#include <lib_func.c> // Подключить библиотеку функций
int main(void) { // Главный модуль программы
    char str[4]; // Буфер строки
    usart_init(); // Инициализация UART
    spi_init(); // Инициализация SPI
    enable_int(); // Разрешить прерывание по нарастающему фронту на выводе PE0
    getReg(LIS302DL_FF_WU_SRC1_REG); // Читать регистр для его обнуления
    // Включить акселерометр
    setReg(LIS302DL_CTRL_REG1, (1<<PD_CTRL_REG1) | (1<<ZEN_CTRL_REG1) |
        (1<<XEN_CTRL_REG1) | (1<<YEN_CTRL_REG1));
    // Включить фильтр для исключения влияния ориентации акселерометра в
    // пространстве на измерения
    setReg(LIS302DL_CTRL_REG2, (1<<FDS_CTRL_REG2));
    // Разрешить прерывания от FF_WU_1 на выводе INT1
    setReg(LIS302DL_CTRL_REG3, (1<<I1CFG0_CTRL_REG3) | (1<<I1CFG1_CTRL_REG3)
        | (1<<I1CFG2_CTRL_REG3));
    setReg(LIS302DL_CLICK_THSZ_REG, 0x0F); // Задать пороговое значение по оси Z
    setReg(LIS302DL_CLICK_THSY_X_REG, 0xFF); // Задать пороговое значение по оси Y
    // и X
    // Разрешить прерывание при двойном клике по оси Z
    setReg(LIS302DL_CLICK_CFG_REG, (1<<LIR_CLICK_CFG_REG | (1<<Double_Z_CLICK_CFG_REG)
        ));
    // Заполнить регистры TIMELIMIT и LATENCY
    setReg(LIS302DL_CLICK_TIMELIMIT_REG, 0x10);
    setReg(LIS302DL_CLICK_LATENCY_REG, 0x10);
    // Задать временное окно между кликами
    setReg(LIS302DL_CLICK_WINDOW_REG, 0xFF);
    while(1){}; // Ждать прерывания
}
```

но в таблице 9. Если разряд LIR установлен как 1, то при чтении регистра CLICK_SRC его содержимое обнулится, а логический уровень на выводах INT1 и INT2 будет сброшен в исходное состояние. Если разряд LIR установлен как 0, то логический уровень на выводах INT1 и INT2 сбросится автоматически через интервал времени, заданный регистром CLICK_LATENCY.

Регистр CLICK_SRC по адресу 0x39 является статусным. Назначение его разрядов приведено в таблице 10.

Регистр CLICK_THSY_X по адресу 0x3B задаёт пороговые значения ускорения для осей Y и X. Если ускорение превысит установленный порог, то акселерометр активирует режим обнаружения кликов. Младшие четыре бита регистра соответствуют порогу для оси X, старшие – для оси Y. Пороговое значение ускорения можно задавать для каждой оси в диапазоне от 0 до 15. Единица в младшем разряде регистра соответствует ускорению 0,5g. Таким образом, порог ускорения может быть задан в диапазоне от 0g до 7,5g. Аналогичную функцию выполняет регистр CLICK_THSZ по адресу 0x3C. В данном регистре для задания величины порога по оси Z используются только 4 младших разряда.

Регистр CLICK_TimeLimit по адресу 0x3D служит для задания временного интервала, в течение которого ускорение должно успеть снизиться ниже порогового, чтобы событие клика было обнаружено. Отсчёт времени начинается после того, как ускорение по выбранной оси превысило порог. Интервал можно задавать в диапазоне от 0 до 127,5 мс с шагом 0,5 мс.

Регистр CLICK_Latency по адресу 0x3E позволяет задать временной интервал, в течение которого клики не будут детектироваться. Отсчёт времени начинается после совершения одиночного или двойного клика. Интервал можно задавать в диапазоне от 0 до 255 мс с шагом в 1 мс.

Регистр CLICK_Window по адресу 0x3F определяет максимальный промежуток между двумя кликами в диапазоне от 0 до 255 мс. Чем меньше значение этого регистра, тем быстрее должен выполняться двойной клик для возникновения прерывания.

ПРИМЕРЫ ПРОГРАММ

Рассмотрим несколько примеров программ, иллюстрирующих использование акселерометра. В качестве среды разработки используется IDE CoCoX [2],

которая распространяется бесплатно и включает в себя удобный редактор кода и отладчик.

Все приведённые далее примеры используют готовые библиотеки STM, входящие в состав среды разработки. Назначение этих библиотек понятно из их названий. Например, библиотека `stm32f4xx_gpio.h` служит для настройки портов GPIO, а библиотека `stm32f4xx_rcc.h` – для настройки часов реального времени и т.д.

В первом примере (см. листинг 1) микроконтроллер читает данные измерения ускорения из акселерометра и транслирует их в последователь-

ный порт UART, который необходимо настроить на скорость 9600 бод с одним стоп-битом без проверки чётности.

В примерах, приведённых в листингах 2 и 3, последовательный порт UART можно не подключать, а для контроля работы использовать светодиодный индикатор, подключённый к порту PD15 микроконтроллера через ограничительный резистор 680 Ом. Пример программы в листинге 2 демонстрирует настройку прерывания от блока FF_WU_1. Программа, приведённая в листинге 3, позволяет с помощью акселерометра обнаруживать двойной клик и формировать соответствующее

прерывание. Содержимое файла `lib_func.c`, включающего в себя библиотеку функций, используемых в приведённых выше программах, доступно в дополнительных материалах к статье на сайте www.soel.ru.

Более подробное описание акселерометра LIS302DL приведено в документации производителя [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. www.st.com
2. <http://www.coocox.org/software/coide.php>
3. <http://www.st.com/en/mems-and-sensors/lis302dl.html>



НОВОСТИ МИРА

Минкомсвязь России и Росприроднадзор подписали соглашения по использованию IIoT

Минкомсвязь и Росприроднадзор подписали с компаниями «Еврохим» и «Фортум» соглашения по использованию промышленного Интернета вещей (IIoT) для автоматического контроля выбросов загрязняющих веществ в воздух. Соглашения подписаны в рамках пилотного проекта по автоматизации контрольно-надзорной деятельности, который проводят Минкомсвязь России и Росприроднадзор для реализации приоритетной программы «Реформа контрольной и надзорной деятельности».



Компании-участники пилотного проекта имеют высокий уровень технологического оснащения, в том числе приборами автоматического контроля физических параметров источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Росприроднадзор оснастит пост автоматического контроля выбросов на территории компании оборудованием, которое будет собирать данные о выбрасываемых загрязняющих веществах. Затем данные мониторинга будут переданы в реестр объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду. Мониторинг поступления информации о выбрасываемых загрязняющих веществах от источников выбросов обеспечит Минкомсвязь России.

По итогам пилотного проекта Минкомсвязь России выработает общие требования по использованию органами контроля и надзора данных, полученных с использованием IIoT. Это по-

зволит снизить количество выездных проверочных мероприятий и повысит качество оценки возникающих рисков нарушения требований.

Минкомсвязь России

Вышел новый каталог «Технологическое оборудование для микроэлектроники 2018»

Компания «Диполь» сообщает о публикации нового каталога «Технологическое оборудование для микроэлектроники 2018». В новой редакции представлены решения и оборудование по следующим направлениям:

- плазменные процессы;
- фотолитография;
- термические процессы;

- вакуумное напыление;
- шлифовка и полировка;
- дисковая резка и скрайбирование;
- микросварка и монтаж;
- аналитическое оборудование;
- оснастка для работы с подложками.

В каталоге подробно рассказывается о новинках оборудования для микроэлектроники, среди которых универсальные установки совмещения и экспонирования серии AG500, новые модели установок безмасковой литографии Miva, оборудование для утончения, шлифовки и полировки материалов, большое количество аналитического оборудования, включая эллипсометры серии Semilab SE-1000, Semilab SE-2000 и профилометры модели MicroProf.

www.dipaul.ru

IF/RF & Microwave Design

Advantex

СВЧ-блоки

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

Аттенюаторы, управляемые напряжением до 26 ГГц

Усилители до 20 ГГц, 0.5 Вт

I/Q модуляторы / демодуляторы, смесители, фильтры

Приборы

Генераторы сигналов, электронные аттенюаторы, I/Q-модуляторы

www.advantex.ru

Реклама

Современные аккумуляторы для питания РЭА

Часть 2

Евгений Нижниковский (nizhnikovsky@mail.ru), Андрей Григорьев, Александр Подлесный (Москва)

Во второй части статьи приводятся характеристики отечественных и зарубежных литий-ионных аккумуляторов, рассказывается об особенностях их практического применения и перспективах развития данной отрасли.

Литий-ионные аккумуляторы российского производства

Основными российскими производителями литий-ионных аккумуляторов (ЛИА) являются ОАО «Энергия» (г. Елец), ОАО «Аккумуляторная компания «Ригель» (г. Санкт-Петербург), ОАО «Уралэлемент» (г. Верхний Уфалей), ОАО «НИАИ «Источник» (г. Санкт-Петербург), ООО «НПО ССК» (г. Москва), Li-Pol Systems (г. Москва, г. Казань). Технические характеристики некоторых отечественных аккумуляторов и аккумуляторных батарей приведены в таблицах 1 и 2 соответственно. Здесь и далее в таблицах U_n – номинальное напряжение, C_n – номинальная ёмкость, I_n – номиналь-

ный ток разряда, $I_{\max}$ – максимальный ток разряда, m – масса, T – рабочая температура.

Литий-ионные аккумуляторы зарубежного производства

К наиболее значимым европейским производителям литий-ионных аккумуляторов относятся VARTA и Saft Groupe SA. В Северной Америке таковыми являются компании Ultralife, Quallion, A123 Systems, Yardney в США и Electrova Inc и Molicell в Канаде. Наибольшая доля рынка в Азии принадлежит японским компаниям Panasonic, Matsushita Battery Industrial, Sanyo Electric, GS Yuasa, Hitachi Maxell, SONY, китайским Ecyc Power, EEMB, Thunder

Sky Group, BYD Company, Tianjin Lishen Battery и корейским Kokam Co., LG Chem., Samsung SDI. Основные характеристики литий-ионных аккумуляторов зарубежных производителей приведены в таблицах 3–5.

С момента появления ЛИА в 1991 г. их удельные характеристики увеличились в несколько раз. Новые материалы в совокупности с пониманием процессов, протекающих в ЛИА и определяющих их работу, позволяют ожидать наступления периода «второго рождения» аккумуляторов.

Имеются данные о выпуске рядом компаний серийных ЛИА с удельными характеристиками, превышающими 600 Вт·ч/дм³.

Для традиционных технологий ЛИА время заряда до 100% составляет 60–70 мин, причём увеличение тока заряда практически не приводит к уменьшению времени заряда. Для некоторых современных ЛИА допустим ускоренный заряд за период времени, составляющий до 15 минут.

Ресурс обычных коммерческих аккумуляторов достигает 1000 и более циклов, но в ряде случаев (особенно для ЛИА на основе кобальтитов) он в значительной мере зависит от величины конечного напряжения заряда. Сложность заключается в том, что допустимое конечное напряжение заряда определяется конкретными катодными и анодными материалами, что предъявляет дополнительные требования к конструкции электронных устройств.

Большинство производителей рекомендуют хранить ЛИА при комнатной температуре при степени заряженности 30–50% с подзарядом раз в год для предотвращения переразряда. Компания Kokam представила литий-полимерные аккумуляторы с саморазрядом до уровня 5% за 6 месяцев при комнатной температуре и 10% за 1 месяц при температуре +60°C против 10% в день у никель-кадмиевых аккумуляторов при этих же условиях.

Диапазон рабочих температур при разряде ЛИА обычно составляет –20...+40°C, а при заряде – выше 0°C, однако многие производители заявляют, что ими

Таблица 1. Технические характеристики отечественных литий-ионных аккумуляторов

Модель	C _н , А·ч	U _н , В	I _н , А	I _{макс} , А	T, °С	Габариты, мм	m, кг	Наработка, циклов	Срок службы, лет
АК «Ригель»									
ЛИГП-0,9 ICP 063448	0,9	3,6	0,18	1,8	–30...+50	34,0×6,5×48,5	0,03	1000	10
ЛИГП-10 ICP 325582	10,0		2,0	4,0		57,0×32,5×82,5	0,35	1000	10
ЛИКП-50	50,0		10,0	20,0		203,5×30×133	1,7	500	5
ЛИКП-150	150,0		30,0	60,0		210×67,3×133	4,5	500	5
ОАО «Уралэлемент»									
ICP 17/60/65	6,4	3,6	3,5	15,0	–40...+50	17×60×65	0,2	400	-
ICR 50/320	40,0	3,6	20,0	400	–20...+50	Ø50×230	1,55	400	-
IFP 67/133/237	90,0	3,2	45,0	450	–10...+50	67×133×237	4,0	1000	-
ICGP 11/215/205	35,0	3,6	17,5	350	–20...+50	11×215×205	0,9	400	-

Таблица 2. Технические характеристики отечественных литий-ионных батарей

Модель	C _н , А·ч	U _н , В	I _н , А	I _{макс} , А	T, °С	Габариты, мм	m, кг	Наработка, циклов	Срок службы, лет
ОАО «Энергия»									
2ЛИА-1,6	1,6	7,4	0,12	1,6	−40...+50	80,5×52,3×12,3	0,1	300	5
2ЛИА-8	8,0	3,7	1,6	4,1		91×56×20	0,18		5
4ЛИА-4,8	4,8	14,6	0,96	2,4		134,7×55,4×56,5	0,76		5
4ЛИА-10	10,0	14,8	2,0	5,0		210,0×124,7×88	2,0		5
7ЛИА-32	32,0	25,9	16,0	16,0		Ø252×170	11,0		3
АК «Ригель»									
2×4ЛИГП-0,9	1,8	14,4	0,36	0,9	−30...+50	68×40×57	0,28	1000	10
8ЛИГП-10	10,0	28,8	2,0	5,0		252,0×82,5×120,5	4,0	1000	10
14ЛКГП-150	260	25,2	52,0	52,0		Ø338×452	150	500	5
НИАИ «Источник»									
2ЛИА-1,5	1,5	7,2	-	-	−40...+50	118×58×18	0,2	500	7
3ЛИА-4	4,0	10,8	-	-		134×55×56	1,0		
3ЛИА-7	7,0	10,8	-	-		177×72×69	1,85		
3ЛИА-14-1	14,0	10,8	-	-		177×72×99	3,1		
3ЛИА-14-2	14,0	10,8	-	-		194×87×124	4,0		
4ЛИА-18	18,0	14,4	-	-	−20...+55	250×80×150	5,2		
4ЛИА-25	25,0	14,4	-	-		250×80×150	6,5		

достигнут рубеж -40°C . К числу таких производителей относятся SAFT, Yardney, Argonne и другие. Верхний предел температуры применения литий-ионных батарей ограничен экзотермическим разложением ряда катодных материалов (в первую очередь кобальтитов), а также электрохимически образовавшегося межфазного слоя на границе твёрдое тело – электролит (SEI) на аноде.

Появление и воплощение на практике новых подходов к конструированию батарей значительно расширило круг потенциальных потребителей ЛИА, среди которых:

- связь;
- железнодорожный транспорт;
- инвалидные коляски;
- устройства запуска двигателей;
- электромобили;
- электроинструмент;
- моделизм и др.

Мировой рынок ЛИА непрерывно растёт, и, по прогнозам J.P. Morgan, такая тенденция сохранится и в ближайшие годы (см. рис. 3).

Наиболее впечатляющими являются успехи, достигнутые компанией Kokam. Специалистами этой компании была предложена уникальная технология, названная SLPB (Superior Lithium Polymer Battery). На основе этой технологии Kokam разработала и представила на рынок серию литий-полимерных аккумуляторов с характеристиками, сразу заинтересовавшими производителей конечных устройств, использующих автономное питание. Среди уникальных характеристик продукции Kokam можно отметить:

- низкую стоимость материалов и самого производства;
- возможность изготовления ультратонких аккумуляторов (вплоть до $\sim 0,4$ мм);
- отсутствие ограничений на увеличение ёмкости производимых батарей;
- лёгкость варьирования формы и размера изделия;
- простоту в обращении;
- хорошую работоспособность при повышенных температурах.

Но самым впечатляющим является возможность использования аккумуляторов при коротких режимах разряда, а также возможность заряда с высокой скоростью. Только в начале 21-го века на рынке начали появляться производители аккумуляторов традиционных систем, обеспечивающих разряд токами порядка $3 C_n$. Спу-

Таблица 3. Технические характеристики зарубежных литий-ионных призматических аккумуляторов

Производитель, модель	U_n , В	C_n , А·ч	m, г	Габариты, мм			Удельная энергия		T, $^{\circ}\text{C}$
				Д	Ш	В	Вт·ч/кг	Вт·ч/л	
SAFT MP176065	3,75	6,8	143	60,5	20,3	70	178	375	$-50...+60$
	3,6	6,8	151	65	19,2	60	162	375	
	3,6	7	151	65	19,2	60	166	375	
Panasonic CG1033450A	3,7	1,85	39	50	10,6	34	176	103	$-20...+60$
VARTA LIP103450	3,7	1,95	40	33,9	10,5	48,7	180	416	$-20...+60$
SONY US103463	3,6	1,7	58	62,9	10,2	34	106	281	$-20...+45$
BAK 805255P	3,7	2,55	48,1	55,5	8	52,5	196	405	$-20...+60$
GS Yuasa LSE50	3,7	55	1,5	130	50	123	136	277	$-30...+60$
GS Yuasa LSE100	3,7	110	2,79	130	50	208	146	328	
GS Yuasa LSE175	3,7	183	4,65	165	50	263	146	334	

Таблица 4. Технические характеристики зарубежных литий-ионных цилиндрических аккумуляторов

Производитель, модель	U_n , В	C_n , А·ч	m, г	Высота, мм	Удельная энергия		T, $^{\circ}\text{C}$
					Вт·ч/кг	Вт·ч/л	
SAFT VL18650	3,6	2,2	48	65,5	165	455	$-50...+60$
Panasonic NCR18650	3,6	2,9	45	65,2	216	541	
Panasonic NCR18650A	3,6	3,1	45,5	62,5	237	606	
Panasonic CGR18650K	3,6	1,65	46,5	65,2	128	335	
Panasonic CGR18650CG	3,6	2,25	44	65,2	184	457	
Panasonic CGR18650CH	3,6	2,25	44	65,2	184	457	$-20...+60$
Panasonic CGR26650A	3,6	2,5	90	65	100	251	$-20...+60$
Samsung ICR 18650-22F	3,6	2,25	44,2	65	183	477	$-20...+60$
Samsung ICR 18650-22E	3,7	2,4	46,5	65	191	523	$-20...+60$
Quallion 18650F	3,7	2,5	47	64,8	197	555	$-20...+60$
LG ICR 18650C1	3,75	2,8	47	65,05	223	607	$-20...+60$
LG LGDBB31865	3,75	2,6	46,8	65	208	577	$-20...+60$
GP 18650	3,7	1,8	38	65	175	403	$-20...+55$
BYD INR18650HE	3,6	2,3	50	65	166	501	$-20...+55$
Ecicy Power 18650f	3,3	1,6		65	126	319	$-20...+55$
EEMB LIR18650	3,7	2,2	49	64,5	166	485	$-30...+60$
VARTA LIC18650-26CC	3,7	2,55	47	65	201	546	$-20...+60$
VARTA LIC18650-26L	3,7	2,1	48	65,1	162	449	$-20...+60$
SONY US26650	3,6	2,8	83	83	121	219	$-20...+45$
Sanyo UR18650F	3,7	2,6	47,7	68,8	202	520	$-20...+55$
BAK 18650C4	3,7	2,2	44	64	185	484	$-20...+55$
A123 ANR26650 (LFP)	3,3	2,3	70	65,11	108	206	$-30...+60$
GAIA HP 60 1300 LFP	3,2	18	930	130	62	157	$-30...+60$
GAIA HP60 1300 NCA	3,6	27	980	159	99	216	$-30...+60$
GAIA HP60 2030 LFP	3,2	36	1450	232	79	176	$-15...+60$
GAIA HP60 2030 NCA	3,6	55	1460	232	136	302	$-30...+60$
K2 LFP26650EV	3,65	3,2	82	65,6	142	325	$-20...+60$
MOLI IMR -26650C	3,8	3,3	93	65	135	364	$-20...+60$
SAFT VES180	3,8	50	1,11	250	175	180	$-40...+65$
SAFT VES180	3,8	27	0,81	185	118	230	$-40...+65$

Таблица 5. Технические характеристики зарубежных литий-полимерных аккумуляторов

Производитель, модель	U_n , В	C_n , мА·ч	Габариты, мм			m, г	Объём, мм	Удельная энергия		T, $^{\circ}\text{C}$
			Д	Ш	В			Вт·ч/кг	Вт·ч/л	
SONY UP325385A4H	3,7	1230	3,2	53	85	28	0,014	162,54	315,69	$-20...+60$
SONY UP503759A4H		1000	5,1	37	59	21	0,011	176,19	332,34	
Sanyo UPF454261		2150	5,55	41	99	48	0,023	165,73	353,12	
Sanyo UPF336489		1720	3,2	63,1	89,6	38	0,018	167,47	351,76	
Sanyo UPF586269		2500	5,8	61,8	68	53,5	0,024	172,90	379,50	
Kokam SLPB70460330		5000	5	100	106	115	0,053	160,87	349,06	
Kokam SLPB68106100		8000	6,8	100	106	150	0,072	197,33	410,65	
Kokam SLPB75106100		8000	7,5	100	106	155	0,080	190,97	372,33	
Kokam SLPB78216216H		31 000	8,4	215	222	900	0,401	127,44	286,08	
Kokam SLPB100216126H		40 000	11,2	217	222	1140	0,540	129,82	274,30	
TENEGRU 7552146		5700	145	52	7,5	111	0,057	190,00	372,94	
TENEGRU 7872196		10 500	7,8	72	196	227	0,110	171,15	352,95	
TENEGRU 68135170		16 000	6,8	135	170	340	0,156	174,12	379,34	
TENEGRU 75212223		25 000	7,5	212	223	650	0,355	142,31	260,88	
TENEGRU 13212233		50 000	13,5	212	225	1400	0,644	132,14	287,29	
VARTA 66382712099		2520	11,6	64,7	36,8	46,5	0,028	200,52	337,59	
EEMB LP103448		1700	10	34	48	36	0,016	174,72	385,42	
EEMB LP853560		1700	8,5	35	60	36	0,018	174,72	352,38	
EEMB LP754261		1900	7,5	42	61	40	0,019	175,75	365,86	
Ecicy Power 6565143		5000	6,5	65	147	110	0,062	168,18	297,87	
ULTRALIFE UBP001		1750	11	36	54	41	0,0214	157,93	302,80	
Wiwinn WW7058150		5200	7,2	58	150	99	0,0626	194,34	307,15	$-40...+60$

стя всего несколько лет приводимые Kokam характеристики показывают, что их литий-полимерные аккумуляторы не только способны разряжаться в 3-минутном режиме ($20 C_n$) с 90% ёмкостью от номинала, но и, что немало важно для ряда применений, заряжаться с высокой скоростью. При этом

начальные токи заряда могут быть увеличены до $5-20 C_n$, что позволит зарядить аккумулятор на величину около 80% за 3 минуты, однако время полного заряда практически не зависит от величины начального тока заряда в диапазоне $1-5 C_n$ и составляет $75-80$ мин.

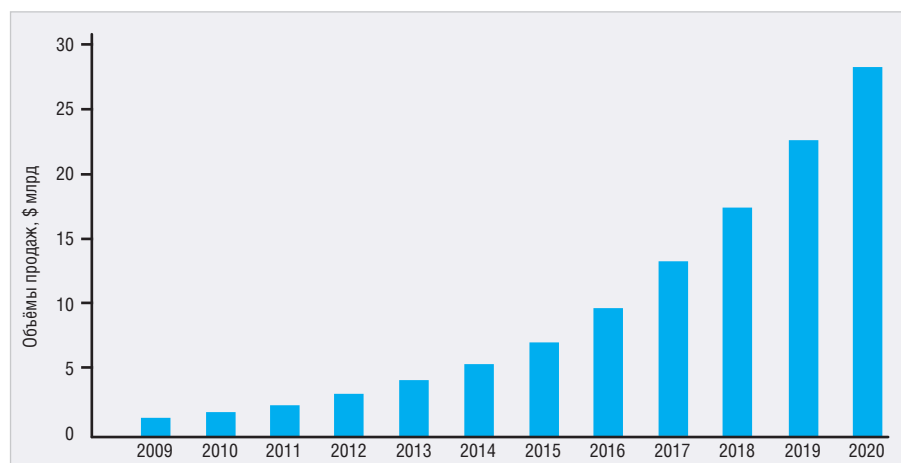


Рис. 3. Мировой рынок литий-ионных аккумуляторов

Таблица 6. Сравнение свойств ЛИА различных систем

	LiFePO_4	LiCoO_2	LiMn_2O_4	$\text{Li(NiCo)}\text{O}_2$
Безопасность	Наилучшая безопасность среди всех перечисленных групп	Очень неустойчивый, должен использоваться с чрезвычайной осторожностью. Может взорваться или загореться	Требует осторожного обращения, иначе может взорваться или загореться при ударных нагрузках или при перезаряде	Очень неустойчивый, должен использоваться с чрезвычайной осторожностью. Может взорваться или загореться
Циклируемость	Более 5000 циклов – наилучшая среди всех перечисленных групп	300–500 циклов. Не подходит для разряда с высоким C	100–800 циклов в зависимости от величины скорости заряда C	300–500 циклов. Не подходит для разряда с высоким C
Плотность мощности	Приемлемая	Хорошая	Приемлемая	Хорошая
Перспективная стоимость	Отличная. Наиболее экономичный	Высокая	Приемлемая	Высокая
Диапазон рабочих температур	Отличный. Может разряжаться при +40...+70°C	Рабочий диапазон –20...+50°C	Характеристики быстро снижаются при температурах выше +50°C	Характеристики быстро снижаются при температурах выше +50°C и ниже –20°C

Применение новых катодных материалов на основе нанотитанатов позволило повысить токи заряда-разряда до 100 C_n , и это не предел. Аналогичные данные при использовании наноматериалов получены специалистами компании Altair Nano. Продолжается поиск новых материалов для электродов литий-ионных и литий-полимерных аккумуляторов. Синтезируются новые композитные составы, литий-марганцевые шпинели для положительных электродов ЛИА, однако более высокими характеристиками обладают т.н. оливины – фосфаты железа-лития. Применение таких материалов позволяет увеличить ёмкость положительных электродов на 50%. Сравнительные характеристики ЛИА различных систем приведены в таблице 6. Для отрицательных электродов наиболее перспективными являются композитные электродные материалы, состоящие из нескольких электроактивных компонентов. При их получении активно используются микро- и нанотехнологии. Сообщается, что

композитные материалы являются более механически стойкими, не разрушаются при длительном циклировании и, следовательно, обеспечивают большую надёжность и наработку циклов. Использование композитных материалов даёт выигрыш по удельной энергии электрода в 2–3 раза и позволяет увеличить удельную энергоёмкость аккумуляторов в 1,5–2 раза.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

Литий-ионные аккумуляторы более безопасны в эксплуатации, чем литиевые, однако их применение в блоках питания требует соблюдения определённых правил и использования некоторых схемотехнических решений. Более того, использование литий-ионных систем без соответствующего уровня развития электроники было бы невозможным, т.к. они очень чувствительны как к режимам заряда, так и к разряду. Чтобы обеспечить длительную и безопасную эксплуатацию, необходимо при заряде принимать во внимание температуру окружающей среды,

не допускать перезаряд, ограничивать ток на уровне 1 C_n и не допускать перезаряд ниже напряжения 2,2 В при разряде. Кроме того, к аккумуляторам, имеющим в результате саморазряда напряжение ниже 2,2 В, нельзя применять стандартные режимы заряда.

Внутри аккумулятора используют «отсекающий» сепаратор и предохранительные клапаны давления, размыкающие цепь нагрузки; внутри батарей – электронные устройства для защиты от больших токов при заряде и разряде, а также от перезаряда и чрезмерного повышения напряжения при заряде.

Большинство конструкций серийно выпускаемых зарубежных батарей для миниатюрной техники включает в себя микросхему, осуществляющую защитные функции. В других случаях (например, в мобильных телефонах) такая микросхема находится в самой аппаратуре. Рекомендуется выпускать литий-ионные аккумуляторы и батареи в габаритах, отличных от серийных, традиционно используемых в различных областях техники. Это необходимо для исключения возможности случайного попадания литий-ионных аккумуляторов в кассеты (корпуса) батарей НКЦ-аккумуляторов, что может привести к взрывам. Более того, недопустимо использование литий-ионных аккумуляторов в оборудовании, не приспособленном для их применения.

Поиск новых конструкторско-технологических решений, позволяющих улучшить параметры ЛИА, продолжается. Можно уверенно ожидать определённого прогресса за счёт применения нанотехнологий и наноматериалов. Создание модельных структур композитов на основе кремния–углерода (в том числе модифицированных металлическими нанокластерами), изучение нано- и микроструктуры новых композитов и механизма их формирования, исследование процессов обратимого внедрения лития в такие композиты и зависимости электрохимических характеристик композитов от их наноструктуры, структурно-химическая аттестация наноорганизации композитов с конечной целью разработки научных основ создания новых типов функциональных материалов для литий-ионных аккумуляторов – вот далеко не полный перечень современных направлений фундаментальных и поисковых исследований в данной области.





МИНПРОМТОРГ
РОССИИ



ЭЛЕКТРО

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

www.elektro-expo.ru

**16–19
АПРЕЛЯ 2018**



Реклама 12+



Организатор:

 **ЭКСПОЦЕНТР**
МОСКВА

При поддержке Министерства
промышленности и торговли РФ

Под патронатом ТПП РФ

НОВОСТИ МИРА

**ПРОМЫШЛЕННЫЕ КОМПАНИИ
ДОЛЖНЫ ГЛУБЖЕ ОСВАИВАТЬ
ЦИФРОВОЙ МИР**

Цифровая трансформация проникает во все отрасли нашей жизни, и промышленное производство не является исключением. Однако процессы цифровизации в этой сфере экономики имеют свои особенности.

Хотя зачастую промышленные предприятия используют цифровизацию в первую очередь для повышения эффективности существующих производственных процессов, её реальные возможности простираются гораздо шире. Цифровая трансформация может открывать пути к созданию более устойчивых и взаимовыгодных связей с заказчиками, позволяя адаптировать работу предприятий и характеристики выпускаемых продуктов к меняющимся потребностям покупателей.

Заводы, электростанции, логистические компании и транспортные предприятия десятилетиями используют данные от машин и оборудования. Идея соединения в формате Интернета вещей для них не нова. Но

эта соединяемость в основном была проприетарной и носила локальный и операционный характер. Диспетчерский персонал имел доступ к определённым данным о работе контролируемых машин, но в масштабе предприятия эти данные были слабо интегрированы, а бизнес-менеджеры практически не могли видеть и использовать получаемую информацию.

Сегодня, когда во многих отраслях идёт процесс цифровизации для привлечения, обслуживания и удержания клиентов, мириться с этой ситуацией уже нельзя. И крупные поставщики производственного оборудования – от ABB, Bosch и General Electric до Hitachi, Schneider и Siemens – набирают темпы в цифровизации своего бизнеса, производства и выпускаемой техники. Они вкладывают миллиарды, приобретая компании для вливания кадров разработчиков ПО, которых им недостаёт, и формируют команды для цифровизации продуктов, процессов и производственных отношений.

Этим крупным поставщикам производственных мощностей ясна необходимость перемен. Они понимают, что сегодня надо

приспосабливаться и что десятилетиями завоёванной большим трудом репутации в создании мощной техники уже недостаточно. Ныне они должны встраивать эти машины в цифровую экосистему, включающую в себя более тесные и более регулярные взаимодействия с поставщиками, партнёрами и покупателями.

Все инвестируют время, деньги и стараются в перемены. Этот переход не является простым или гладким, о чём, в частности, говорят последние сообщения о финансовых проблемах GE. Но он необходим, и он уже происходит.

Если говорить о более мелких компаниях, являющихся поставщиками или покупателями для этих промышленных гигантов, то их проблемы намного крупнее. Для них немислимо потратить миллиарды на программную компанию типа Mentor Graphics или Pentaho. Для них является несбыточной мечтой создать роскошные цифровые лаборатории в солнечной Калифорнии. Но и им тоже нужно меняться.

Исследованию происходящего сдвига был посвящён недавний отчёт Forrester «From Grease To Code: Industrial Giants Bet

ЖАЖДА СКОРОСТИ

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

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

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

Pushing Performance

POWERED BY PROSOFT

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

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

Реклама

Their Future On Software». В нём анализируются отраслевые гиганты с их промышленными IoT-платформами, но также рассматриваются компании, пытающиеся понять, как задействовать, интегрировать и выгодно использовать открывающиеся новые возможности. Почти все, с кем контактировали аналитики, фиксируют внимание на операционных преимуществах таких вещей, как диагностическое техобслуживание на базе IoT.

Этот фокус понятен, поскольку достигаемый на этом пути эффект обычно можно легко описать и измерить, проблемы ясны, а круг лиц, которые принимают решения и с которыми нужно проводить совещания, чётко очерчен и сравнительно невелик. Однако ограничиваться постепенным улучшением существующих процессов – огромная ошибка. Гораздо важнее взглянуть на вещи шире, охватывая все заинтересованные стороны и разные системы и пытаясь сформировать реальную картину того, как будет выглядеть трансформированная версия бизнеса, вооружённого IoT и возможностями цифрового мира и управляемого инсайтами.

Однако богатый цифровой опыт не заменяет хорошо сконструированный высококлассный автомобиль или надёжное промышленное оборудование – он всё это дополняет.

www.itweek.ru

В России создан консорциум «Цифровое здравоохранение»

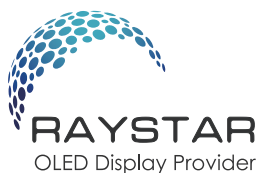
Подписан меморандум о создании консорциума «Цифровое здравоохранение». Учредителями выступили Министерство связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова, университет ИТМО, экономический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, а также компании «Русатом Хэлскеа», «Швабе», «Р-Фарм» и «ЭлТех СПб». В координационный комитет консорциума входят представители Министерства здравоохранения РФ.

Задачей национального консорциума «Цифровое здравоохранение» является разработка и согласование основных технологических стандартов, по которым будет развиваться цифровая медицина

в России. Кроме того, консорциум будет продвигать согласованные интересы участников и их общее видение развития цифрового здравоохранения в органах государственной власти, органах местного самоуправления, в том числе в рамках программы «Цифровая экономика Российской Федерации». Тестирование предлагаемых технологий и архитектур планируется проводить в нескольких пилотных регионах РФ, которые будут определены до конца первого полугодия 2018 года. Координационный комитет консорциума возглавил замглавы Минкомсвязи России Сергей Калугин.

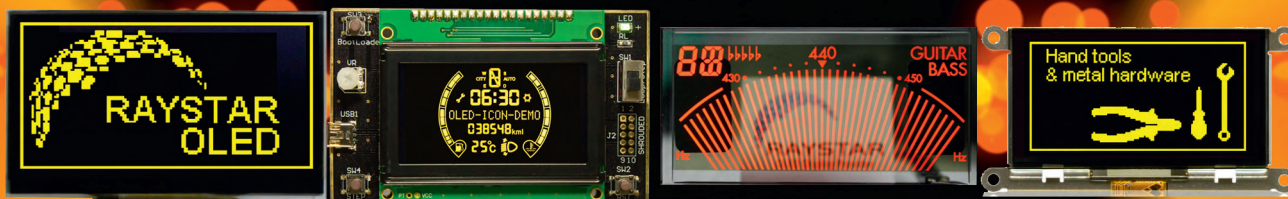
Консорциум создан по совместной инициативе Минкомсвязи и Минздрава России. Тесная координация работы ведомств и других заинтересованных сторон позволяет рассчитывать на эффективное практическое тестирование технологий. Консорциум открыт как для присоединения новых профильных участников, так и для сотрудничества с региональными и муниципальными администрациями.

Минкомсвязь России



Лучшая замена ЖК-панелям

OLED-дисплеи Raystar



Специсполнение по ТЗ заказчика

Прозрачные модели

АВТОМОБИЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА • СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ • ИЗМЕРИТЕЛИ МОЩНОСТИ • БЫТОВАЯ ТЕХНИКА • МЕДИЦИНСКИЕ ПРИБОРЫ

Характеристики

- Яркость экрана до 150 кд/м² обеспечивает считывание изображения при ярком солнечном свете
- Высокая контрастность 2000:1
- Широкий угол обзора до $\pm 175^\circ$
- Цвет свечения: жёлтый, зелёный, красный, белый, синий
- Формат изображения: 122×32, 128×64, 240×64, 256×64 и 96×64 точки

- Низкая потребляемая мощность 10 мА (схемы управления – токовые)
- Светоэмиссионная схема: не требуется система подсветки
- Короткое время отклика: 10 мкс при температуре +25°C
- Широкий диапазон рабочих температур от -40 до +80°C
- Малая толщина модуля дисплея, небольшой вес
- Срок службы: 50 000 ч для белого и синего цвета; 100 000 ч для жёлтого, зелёного, красного цветов

ProSoft®

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU



Реклама

10 принципов, которые необходимо знать при работе с источником питания постоянного тока

Часть 1

Keysight Technologies

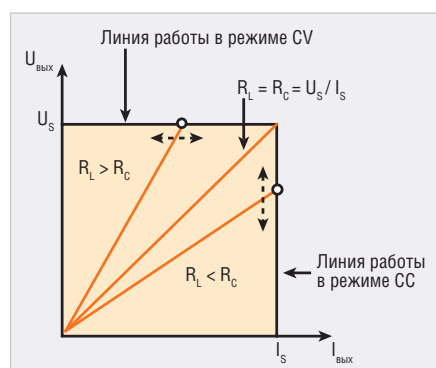
Понимание принципов работы измерительных инструментов может дать представление о том, как усовершенствовать методы испытаний. Современные технические характеристики и защитные функции источников питания обеспечивают гибкость при создании более простых и эффективных испытательных установок.

1. ПРАВИЛЬНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ ДЛЯ РАБОТЫ В РЕЖИМЕ СТАБИЛИЗАЦИИ НАПРЯЖЕНИЯ ИЛИ ТОКА

Выход источника питания может работать в режиме стабилизации напряжения (CV) или в режиме стабилизации тока (CC) в зависимости от установки напряжения, предела силы тока и сопротивления нагрузки. В большинстве случаев источник питания работает в режиме CV или CC. Однако при некоторых условиях источник питания может войти в третий режим, называемый нерегулируемым (UNR). Понимание этих трёх режимов поможет правильно запрограммировать источник питания гораздо быстрее.

Стабилизация напряжения

Источник питания будет работать в режиме стабилизации напряжения (CV) при условии, что нагрузке не требуется ток больше установленного предела силы тока. Согласно закону Ома, $U = I \times R$ –



Примечание: R_L – сопротивление нагрузки, R_c – критическое сопротивление (сопротивление перехода), U_s – установка напряжения, I_s – установка силы тока

Рис. 1. Выходные характеристики источника питания

для поддержания постоянного напряжения во время изменения сопротивления нагрузки необходимо, чтобы сила тока возрастала или уменьшалась. До тех пор, пока потребление тока $I_{\text{вых}} = U_s / R_L$ меньше, чем установленный предел силы тока, источник питания стабилизирует выход при установленном значении напряжения. Источник питания будет работать вдоль горизонтальной линии U_s (см. рис. 1) при $I_{\text{вых}} = U_s / R_L$.

Стабилизация тока

Если сопротивление нагрузки уменьшается, например в случае неисправности элемента испытываемого устройства, и сопротивление нагрузки R_L меньше, чем R_c (отношение установленного напряжения источника питания к установленному пределу силы тока), источник питания будет стабилизировать ток. И наоборот – закон Ома диктует изменение напряжения, если сила тока остаётся постоянной, равной установленному пределу. Такой режим работы называется режимом стабилизации тока (CC). Источник питания будет работать вдоль вертикальной линии I_s (см. рис. 1), значение напряжения на выходе будет равно $U_{\text{вых}} = I_s \times R_L$.

Нерегулируемое состояние

Если источник питания не способен стабилизировать выходное напряжение или силу тока, то он переходит в нерегулируемый (UNR) режим – ни сила тока, ни напряжение не будут находиться в установленных пределах, а реально установившиеся значения не смогут быть предопределены. Хотя переход в режим UNR может происходить вследствие множества причин, случается это не очень часто. Возможные причины перехода в нерегулируемый режим:

- источник питания имеет внутреннюю неисправность;

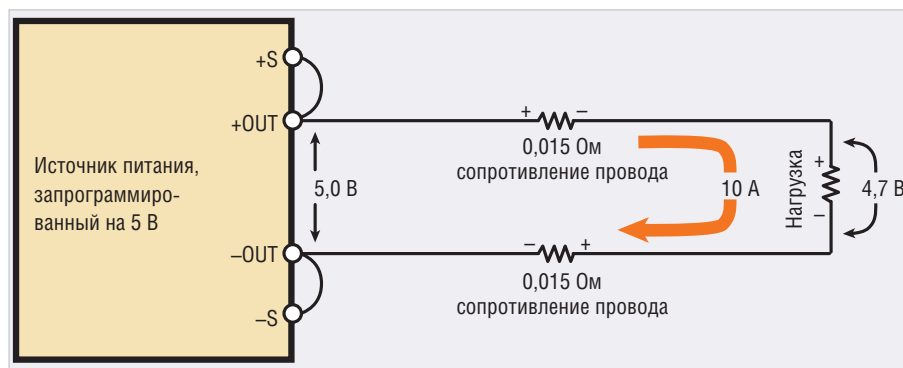
- напряжение в сети питания переменного тока ниже нормированного диапазона;
- сопротивление нагрузки равно R_c , то есть значению, при котором выход переходит из режима CV в режим CC или из CC в CV (см. рис. 1);
- имеется ещё один источник мощности, соединённый с выходом источника питания, например в случае если применяется параллельное соединение выходов;
- выход переходит из режима CV в CC или из CC в CV – такой переход вызовет кратковременное состояние UNR.

2. ПРИМЕНЕНИЕ 4-ПРОВОДНОГО ПОДКЛЮЧЕНИЯ ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ НАПРЯЖЕНИЯ НА НАГРУЗКЕ

В идеальном случае провода, соединяющие источник питания с нагрузкой, не имеют сопротивления. В действительности сопротивление провода зависит от его длины и сечения. В конечном итоге напряжение на нагрузке может уменьшаться, когда источник питания доставляет ток по проводам. Для компенсации такого эффекта следует применять 4-проводное подключение, чтобы скорректировать падение напряжения.

Обычно в комплект поставки источника питания с фабрики входят провода, подключённые в определённом месте к выходным клеммам, однако в случае установок с длинными проводами для подключения нагрузки или для сложных установок с реле и соединителями напряжение на выходных клеммах не будет в точности соответствовать напряжению на нагрузке (см. рис. 2).

В зависимости от сечения и длины провода сопротивление соединений с нагрузкой может приводить к тому, что напряжение на нагрузке будет существенно ниже, чем необходимо. Ситуации с высокими значениями силы тока, например, будут неизменно приводить к значительным падениям напряжения даже при коротких проводах для подключения нагрузки.



Примечание: провода нагрузки +OUT и -OUT длиной 0,9 м, сечением 1 мм² каждый

Рис. 2. Влияние сопротивления проводов нагрузки на напряжение при отсутствии 4-проводного подключения

Значения сопротивления для различных сечений медного провода приведены в таблице 1.

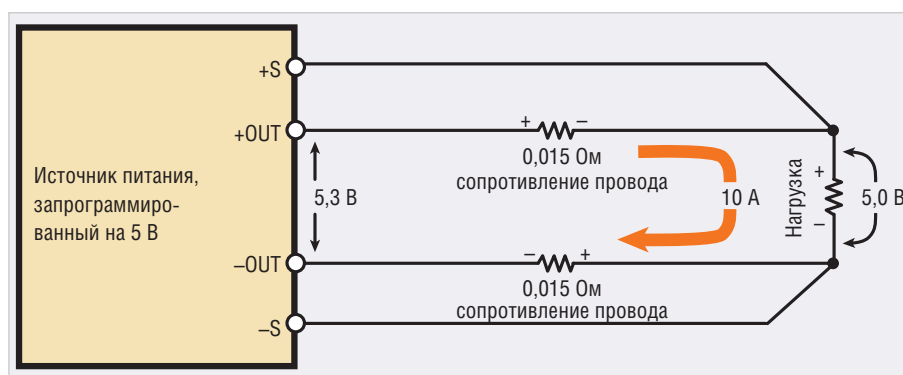
При подключении клемм к нагрузке внутренний усилитель с обратной связью «видит» напряжение непосредственно на нагрузке, а не на выходных клеммах. Поскольку цепь управления считывает напряжение непосредственно на нагрузке, источник питания будет сохранять напряжение нагрузки постоянным, невзирая на падения напряжения, вызванные диаметром и длиной провода нагрузки, выходными реле или соединителями.

При использовании 4-проводного подключения необходимо помнить следующее:

- следует использовать 2-проводной экранированный кабель со скрученными жилами в качестве проводов считывания;
- соединять экран провода считывания с землёй нужно только одним концом кабеля;
- не следует связывать и переплетать провода для 4-проводного подключения с проводами для подключения нагрузки;
- следует предотвращать размыкание цепи на клеммах считывания, поскольку они являются частью тракта обратной связи выхода (компания Keysight использует внутренние резисторы для защиты системы считывания. Эти резисторы предотвращают рост выходного напряжения более чем на несколько процентов в случае если провода для считывания по ошибке оказались разомкнутыми);
- большинство источников питания могут компенсировать максимум несколько вольт падения напряжения на проводах нагрузки.

Для реализации 4-проводного подключения (см. рис. 3) следует:

1. Отсоединить клеммы считывания от основных выходов.



Примечание: провода нагрузки +OUT и -OUT длиной 0,9 м, сечением 1 мм² каждый

Рис. 3. Применение 4-проводного подключения для компенсации падения напряжения на проводах нагрузки

2. Подключить каждую клемму считывания к контакту нагрузки с подходящей полярностью.
3. Если необходимо, установить источник питания в 4-проводной режим.

3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СИЛЫ ТОКА ИСПЫТУЕМОГО УСТРОЙСТВА

Точные результаты измерений тока испытуемого устройства можно получить с помощью амперметра, токового шунта или благодаря встроенной в источник питания возможности измерения. В конечном счёте, рассмотрев преимущества и недостатки каждого подхода, нужно выбрать один из них. Функция измерения силы тока с помощью источника питания может обеспечить необходимую точность измерения.

Амперметр

Наиболее распространённый способ измерения тока испытуемого устройства – использование настольного цифрового мультиметра в режиме амперметра. Несмотря на то что амперметр имеет преимущество в виде строго определённой погрешности измерений, для его подключения приходится разрывать

Таблица 1. Сопротивление различных сечений медного провода

Сечение провода, мм ²	Сопротивление, Ом/м
0,5	0,034
0,75	0,02267
1	0,017
1,5	0,01133
2,5	0,0068
4	0,00425
6	0,00283
10	0,0017
16	0,00106
25	0,00068

цепь. Кроме того, цифровой мультиметр имеет ограничения на максимальную силу тока, которую можно измерить, – обычно она составляет несколько ампер.

Внешний токовый шунт / цифровой мультиметр

Измерения силы тока можно проводить с помощью шунтов. Используя токовый шунт, можно выбрать наиболее подходящий шунтирующий резистор, соответствующий нужному диапазону силы тока. Точность измерений основывается на точности измерения напряжения цифровым мультиметром и точности шунта. Несмотря на то что таким методом можно получить результаты измерения с очень высокой точностью, на них могут неблагоприятно повлиять некоторые ошибки. Следует обратить внимание на следующие сложности, которые обычно остаются вне поля зрения:

- термо-ЭДС – в цепях, где применяются разнородные металлы, возникает ЭДС, влияющая на результат измерений;
- калибровка шунта – прецизионные измерения могут быть выполнены только при использовании откалиброванного шунта;

Таблица 2. Относительная погрешность считывания силы тока источником питания

Уровень выходного тока, % от номинального значения	Типовая погрешность, %
100	0,1...0,5
10	0,5...1
1	~10

- эффекты саморазогрева – повышенная температура, вызванная протеканием электрического тока, может вызывать изменение сопротивления шунта.

Кроме того, установка токового шунта требует разрыва цепи, чтобы подключить шунт последовательно. Токовый шунт, установленный в системе, которая смонтирована в стойке, может даже потребовать сложных подключений, включающих реле и коммутаторы.

Встроенное измерение силы тока

Избежать трудностей, связанных с подключением токовых шунтов, можно за счёт использования встроенной в источник питания функции измерения силы тока. Данная функция использует внутренний шунт, выбранный с целью дополнить номинальное выходное значение источника питания. В этом случае нет необходимости отсоединять испытуемое устройство или подключать цифровой мультиметр.

В таблице 2 приведён уровень погрешности измерений при использовании высококачественного источника питания.

В измерительных характеристиках источника питания учтены ошибки, связанные с внешним шунтом. Таким образом, точности измерения источником питания может оказаться достаточно для большинства приложений, в которых требуется измерять силу тока, особенно для случаев, когда сила тока находится в пределах 10–100% от номинального значения источника питания.

Встроенная функция измерения силы тока предоставляет следующие преимущества:

- уменьшение количества оборудования, необходимого для подключений (не требуются реле, коммутаторы и прокладка проводов);
- простота использования;
- представление результатов измерений непосредственно в амперах;
- отсутствие необходимости разъединения схемы;
- строго определённая погрешность – в значениях погрешности уже учтены ошибки, связанные с шунтом;
- синхронизированные измерения – измерения могут быть запущены па-

раллельно с другими событиями, зависящими от электропитания.

4. Последовательное или параллельное соединение выходов источника питания для достижения большей мощности

Для получения большего значения напряжения можно соединить два или более выхода источника питания последовательно, а для достижения больших значений силы тока следует соединить выходы параллельно.

При последовательном соединении выходов для получения больших значений напряжения необходимо соблюдать следующие меры предосторожности:

- не следует превышать пределы плавающего напряжения (изоляция выходной клеммы) любого из выходов;
- не следует допускать попадания на выходы источника питания напряжения обратной полярности;
- соединять последовательно необходимо только те выходы, которые имеют одинаковые пределы силы тока и напряжения.

Следует настроить каждый выход источника питания независимо, так чтобы сумма напряжений оказалась равной полному требуемому значению. Для этого сначала следует настроить каждый выход на максимальный необходимый предел силы тока, который нагрузка сможет безопасно обработать, затем установить значение напряжения каждого из выходов так, чтобы сумма этих значений была равна полному желаемому напряжению. Например, если используются два выхода, нужно установить напряжение каждого из них равным половине суммарного желаемого значения напряжения, а если используются три выхода – равным одной трети от суммарного желаемого значения напряжения.

При параллельном соединении выходов для получения больших значений силы тока необходимо соблюдать следующие меры предосторожности:

- один выход должен работать в режиме стабилизации напряжения (CV), а другой (другие) – в режиме стабилизации тока (CC);
- потребление электрического тока выходной нагрузкой должно быть достаточным для поддержания выхода (выходов) в режиме CC;
- параллельно следует соединять только те выходы, которые имеют идентичные номинальные значения напряжения и силы тока.

Пределы силы тока следует установить одинаковыми для всех выходов, так чтобы в сумме они были равны желаемому значению полной силы тока. Значение напряжения CV-выхода следует установить немного меньшим, чем значение напряжения CC-выходов. CC-выходы генерируют выходной ток, на который они были настроены, и снижают напряжение до тех пор, пока оно не будет соответствовать напряжению CV-блока, который генерирует ток, достаточный только для того, чтобы выполнить все требования нагрузки.

Для измерения напряжения непосредственно на нагрузке можно использовать функцию 4-проводного подключения при последовательной или параллельной конфигурации источников питания. Применительно к некоторым источникам питания необходимо преднамеренно установить для каждого выхода режим дистанционного считывания, иногда называемый 4-проводным режимом.

Использование 4-проводного подключения при последовательных соединениях

При использовании 4-проводного подключения в последовательной конфигурации необходимо соединить последовательно его клеммы на каждом из выходов и подключить их к нагрузке, как это показано на рисунке 4.

Использование 4-проводного подключения при параллельных соединениях

Когда используется 4-проводное подключение в параллельной конфигурации, следует соединить параллельно его клеммы на каждом выходе и подключить их к нагрузке, как это показано на рисунке 5.

Для упрощения настройки параллельного соединения выходов некоторые источники питания поддерживают расширенную функциональную возможность, называемую группировкой выходов. Сгруппировано может быть до четырёх одинаковых выходов, предоставляя пользователю возможность управлять ими, как если бы они представляли собой единственный выход с более высокой силой тока.

5. Минимизация поступления шумов источника питания в испытуемое устройство

Если испытуемое устройство (ИУ) чувствительно к шуму на входе питания, необходимо сделать всё возмож-

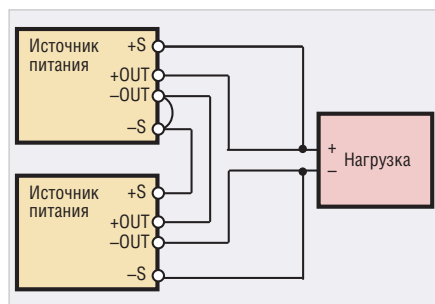


Рис. 4. Последовательное соединение с 4-проводным подключением

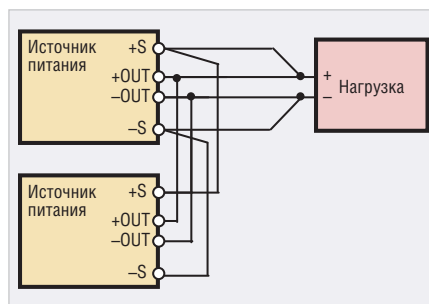


Рис. 5. Параллельное соединение с 4-проводным подключением

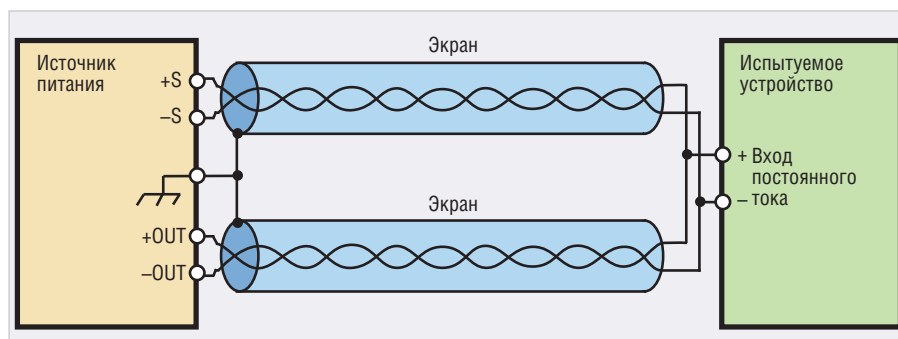


Рис. 6. Соединение экрана с землёй одним концом кабеля

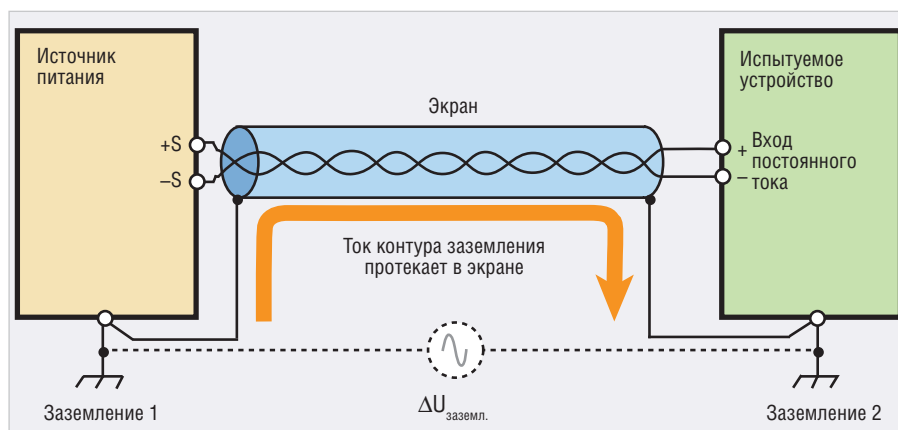


Рис. 7. Неправильное подключение экрана (двумя концами)

ное для минимизации шума. Ниже описаны три простых шага, которые помогут этого добиться.

Выбор малошумящего источника питания

Чтобы минимизировать шум, следует начать с источника питания.

Поскольку фильтрация шумов от источника питания может оказаться затруднительной, желательно начать с выбора источника питания, который имеет очень низкий уровень шумов. Это может быть, например, линейный регулируемый источник питания, однако он может иметь немалые размеры и выделять большое количество тепла. В связи с этим выбор стоит остановить на импульсном источнике питания. Современная технология, применяемая в импульсных

источниках питания, развита настолько, что характеристики шума на их выходе могут быть сравнимы с характеристиками шума линейных источников. Сравнение характеристик шума типовых линейных и импульсных источников питания представлено в таблице 3.

Выбор источника питания с низким уровнем шума (СКЗ и размах) на выходе – это важный шаг, но минимизировать шум можно также уделив должное внимание соединительным проводам с ИУ.

Экранирование соединения «источник – испытуемое устройство»

Соединения между источником питания и ИУ могут быть восприимчивы к шумовым перекрёстным помехам. Различные типы помех включают индук-

Таблица 3. Сравнение уровня шумов линейных и импульсных источников питания

Тип источника питания	Уровень шумов (СКЗ), мкВ	Уровень шумов (размах), мВ
Линейный	~500	~4
Импульсный	~750	~5

тивную, ёмкостную связи, а также радиопомехи. Существует ряд способов уменьшить шум, однако наиболее эффективным является применение экранированных 2-проводных кабелей для подключения нагрузки и разъёмов считывания.

При использовании экранированных кабелей следует обеспечить подключение экрана к земле только одним концом, например подключить экран со стороны источника питания к земле, как это показано на рисунке 6. Пренебрежение подключением экрана одним из концов может увеличить ёмкостную наводку.

Не следует подключать экран к земле обоими концами, поскольку в этом случае могут возникнуть токи в контуре заземления. На рисунке 7 показан ток в контуре заземления, который развился из-за разности потенциалов между заземлениями источника и ИУ. Ток в контуре заземления может порождать напряжение на кабелях, что проявляется в виде помех в ИУ.

В дополнение к надлежащему экранированию сохранить параметры шума источника питания на низком уровне может балансировка импеданса кабеля.

Балансировка импеданса выхода относительно земли

Синфазный шум – это шум, который генерируется, когда синфазный электрический ток течёт из источника питания в землю и порождает напряжение на импедансе относительно земли, включая импеданс кабеля. Чтобы минимизировать влияние синфазного тока, следует выровнять импеданс положительной и отрицательной выходной клемм источника питания, а также положительной и отрицательной клемм ИУ относительно земли. Чтобы решить эту задачу, следует использовать синфазный дроссель последовательно с выходными проводами и шунтирующий конденсатор между каждым проводом и землёй.

Изложение принципов работы с источником питания постоянного тока будет завершено во второй части статьи.

ЛИТЕРАТУРА

<http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5990-8888EN.pdf>



НОВОСТИ МИРА

**BPM ОСВАИВАЕТ ИИ
И МИКРОСЕРВИСЫ**

Традиционные виды инструментария BPM (управление бизнес-процессами) всё чаще замещаются альтернативами в форме приложений на базе облаков и микросервисов, которые нередко оказываются более практичными. И хотя это позволяет предприятиям задействовать преимущества новых технологий из категории искусственного интеллекта (ИИ) и ботов, а также модернизировать определённые бизнес-процессы, этот тренд также приносит специфические риски, которые должны стать предметом забот архитекторов корпоративных систем.

Существование инструментов BPM во многом связано с тем, что другие классы корпоративных приложений, например CRM, ERP или ECM, не имеют сильных средств управления потоками работ.

Когда нужный BPM-инструмент начинает поставляться в виде микросервисов, предприятия могут заменить слой потоков работ, действовавший внутри других приложений, на BPM-микросервисы, однако для этого необходимо, чтобы и традиционные поставщики корпоративных приложений переходили на данную архитектуру.

Несмотря на потенциальные преимущества BPM-инструментов на базе микросервисов, новые нормативы, например регламент Евросоюза General Data Protection Regulation, могут препятствовать их внедрению в практику, давая второе дыхание традиционным монолитным кодовым базам. Это связано с тем, что инструменты более традиционного типа облегчают возможность оперировать всеми корпоративными данными в одном месте.

Облачные провайдеры продолжают дифференцировать свои ИИ-предложения. И хотя первое поколение ИИ-инструментов в основном решало технические проблемы, некоторые из них сегодня содержат усовершенствования, которые ориентированы на бизнес и могут усилить встряску рынка BPM.

Так, средства типа Salesforce Einstein могут ранжировать круги потенциальных покупателей, идентифицировать мошеннические действия и давать продуктовые рекомендации, а бизнес может всё это соединить с потоками работ. Ряд поставщиков сегодня также предлагает ИИ-библиотеки, вмещающие различные алгоритмы, и предприятия могут модернизировать свои биз-

нес-процессы, встраивая эти библиотеки в приложения.

Хотя микросервисы, ИИ и чат-сервисы трансформируют рынок BPM, они вместе с тем создают потенциальные проблемы в сфере GRC (управление рисками и соблюдение нормативов). Например, чтобы улучшить исполнение бизнес-процессов посредством ИИ-приложений, для прогнозной оценки базы покупателей или обнаружения мошеннических действий могут потребоваться конфиденциальные финансовые или персональные данные клиентов. Компаниям необходимо создавать барьеры, защищающие эти данные при их перемещении в новых потоках работ.

С другой стороны, высказываются мнения, что стратегические подходы к использованию ИИ и ботов на самом деле могут улучшить GRC и в целом бизнес-этику. Например, исторически организациям приходилось умалчивать определённую информацию о своих работниках из-за ограниченности ресурсов и непомерного объёма требуемой отчётности. ИИ и боты во многих отношениях помогают упростить сбор этой информации. Они позволяют обеспе-

Встраиваемые решения MEN

**Защищённые компьютерные платы и системы для работы
в жёстких условиях эксплуатации и для ответственных применений**

- Компьютерные модули Rugged COM Express® (VITA 59) и ESMexpress®
- Платы в форматах CompactPCI®/PlusIO/Serial и VME
- Мезонинные модули PMC, XMC, M-Module™ I/O
- Защищённые коммутаторы Ethernet
- Встраиваемые и панельные компьютеры

MEN

Always reliable. Always ahead.



- Высокая надёжность в соответствии с EN 50155, DO-254, E1
- Обеспечение уровней безопасности до SIL 4, DAL-A
- Высокое качество продукции в соответствии с ISO 9001/1400, AN/AS 9100, IRIS

ProSOFT®

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU



Реклама

чить более полный и интерактивный процесс сбора информации, сделать его более релевантным, управлять его широтой и адресовать выявленные проблемы наиболее компетентным работникам департамента соблюдения нормативов и этики. В конечном счёте это позволит предприятиям быстрее обнаруживать и устранять потенциальные риски.

www.itweek.ru со ссылкой на TechTarget

Открыта 1-я очередь завода «Датчики и системы»

9 февраля 2018 года состоялась торжественная церемония открытия первой очереди завода «Датчики и системы». Новый завод «Совтест АТЕ» ориентирован на серийное производство МЭМС-датчиков, систем безопасности и мониторинга, а также тестового и технологического оборудования в рамках реализации государственной программы по импортозамещению.

На базе МЭМС производят акселерометры, гироскопы, датчики давления, беспроводные системы мониторинга зданий, мостов, сооружений, ЛЭП и т.д.

Запуск производства будет проходить в три этапа. В 1-ю очередь завода входят корпуса № 1, 2, 6 и 7. В 1-м корпусе находится участок корпусной сборки и монтажа готовых изделий радиоэлектроники, во 2-м — участок поверхностного монтажа и участок тестирования и контроля собранных печатных плат; в 6-м корпусе расположены центр технологий неразрушающего контроля, конструкторский отдел, а также производятся предпродажная подготовка оборудования и сервисное обслуживание; в 7-м корпусе расположены столовая, склад и конференц-зал. В конце этого года планируется также открыть 2-ю очередь завода — 4-й и 5-й корпуса, где будет находиться производство корпусных деталей, изделий из листового металла, выполняться металлообработка и порошковая окраска корпусов. Запуск 3-й очереди завода намечен на 2019 год. В корпусе № 3 будет располагаться производство датчиков на основе микроэлектромеханических систем. Это самое дорогостоящее направление деятельности предприятия, но и самое перспективное. Выход на полную мощность ожидается в 2021 году.

www.sovtest-ate.com

Под Екатеринбургом проектируют первый в России «умный город»

К возведению smart city на участке в 555 га приступят, если столица Урала получит право на проведение Всемирной выставки «ЭКСПО 2025». Проект «умного города» уже презентован на сочинском форуме.

Из 555 га 184 выделяют под выставочные павильоны. Выставка с участием 140 стран мира продлится полгода. После этого площадку «ЭКСПО» планируют преобразовать в smart city с жилыми домами, образовательными, научными, медицинскими и развлекательными центрами.

По словам вице-премьера Аркадия Дворковича, уральский «умный город» будет местом «с «зелёными» технологиями на возобновляемых источниках», в том числе речь идёт о солнечной энергии. Использовать природные ископаемые и минеральные виды топлива в городе вообще не планируется, зато при его возведении прибегнут к самым совершенным на сегодня технологиям.

Новости Интернета вещей



innodisk

ДЕЙСТВУЙ НА ОПЕРЕЖЕНИЕ

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

ProSoft®

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU



В статье описаны порядок изготовления и настройки многоканального цифрового логического анализатора, а также особенности работы с ним. Благодаря использованию готового промышленного аппаратного модуля и свободно распространяемого бесплатного программного обеспечения описанное в статье устройство можно изготовить и настроить в домашних условиях за очень короткое время, при этом затраты на его изготовление будут минимальными. Первая часть посвящена описанию подготовки аппаратной части анализатора.

Плата выполнена на базе популярной у разработчиков микросхемы CY7C68013A производства Cypress Semiconductor [3]. Микросхема представляет собой универсальный кон-

контроллер со встроенным ядром 8051 и аппаратным интерфейсом USB. Её обозначение в технических описаниях и статьях по применению от производителя – EZ-USB FX2LP. Рабочая конфигурация контроллера EZ-USB FX2LP определяется его управляющей программой, загруженной во внутреннюю оперативную память микросхемы. В зависимости от задачи контроллер может быть настроен для выполнения тех или иных функций. Программное обеспечение контроллера загружается в его оперативную память посредством интерфейса USB с компьютера или же посредством интерфейса I²C из внешней памяти EEPROM. Заметим, что на плате CY7C68013A USB Board имеется

Порядок задания значений VID, PID и DID для микросхемы CY7C68013A описан в [4]. При включении питания внутренняя логика CY7C68013A проверяет его порт I²C на предмет наличия на этой шине внешней памяти EEPROM. Если таковая на шине обнаруживается, то логика читает из EEPROM по нулевому адресу записанный туда байт данных. В случае если этот байт равен 0xC0, контроллер загружает из EEPROM данные, записанные сразу за байтом 0xC0, считая их значениями VID, PID и DID USB-устройства. При этом значение каждого дескриптора занимает в памяти два байта. Далее контроллер использует



прочитанные значения при установлении соединения через USB с USB-хостом.

В случае если прочитанный по нулевому адресу из EEPROM байт равен 0xC2, контроллер копирует дальнейшее содержимое EEPROM в свою внутреннюю оперативную память.

Если память EEPROM на шине не обнаруживается, контроллер CY7C68013A использует в качестве VID, PID и DID заданные по умолчанию значения, показанные в таблице.

Таким образом, при отсутствии внешней памяти EEPROM плата CY7C68013A USB Board определяется на шине USB как USB-устройство EZ-USB FX2LP производства Cypress Semiconductor. При наличии EEPROM пользователь может самостоятельно задать тип устройства, в качестве которого будет определяться плата. Указанная возможность позволяет использовать для проектируемого логического анализатора уже готовое программное обеспечение поддержки, свободно распространяемое несколькими производителями. Это может быть, например, программа Saleae Logic от фирмы Saleae, предлагающей на рынке также логические анализаторы собственного производства. Они имеют гораздо лучшие характеристики, чем анализатор, описанный в настоящей статье, но и стоят при этом существенно дороже. Программа Saleae Logic актуальной и более ранних версий может быть бесплатно загружена с сайта производителя [5]. Автор использовал версию 1.2.10. Оговоримся, что использование указанной программы с чужим «железом» с правовой точки зрения допустимо только для частного домашнего применения, но не для промышленного или корпоративного.

Установленная и запущенная на компьютере программа Saleae Logic обнаруживает подключённое USB-устройство на базе контроллера CY7C68013A и загружает через USB в его встроенную оперативную память свой исполняемый код. После этого контроллер начинает функционировать как аппаратная часть многоканального логического анализатора, а программа Saleae Logic обеспечивает его поддержку на компьютере, однако это происходит только в том случае, если программа Saleae Logic предварительно считала из контроллера корректные значения дескрипторов VID,

PID и DID. Они должны соответствовать дескрипторам логического анализатора, выпускаемого самой фирмой Saleae. Информация о значениях дескрипторов своих изделий фирма Saleae держит в открытом доступе [6]. В данном случае интерес представляют дескрипторы VID=0x0925, PID=0x3881 для первого устройства из линейки (Logic), которое и будет имитироваться. Корректное значение дескриптора DID было подобрано опытным путём.

Необходимо заметить, что корректная поддержка программой Saleae Logic аппаратных средств контроллера CY7C68013A возможна только в том случае, если в качестве микросхемы внешней памяти EEPROM с интерфейсом I²C используется микросхема, у которой адресация записываемой или считываемой ячейки (Word Address) осуществляется одним адресным байтом. Это справедливо для микросхем памяти EEPROM с интерфейсом I²C начиная с 24CL02 до 24CL16 включительно, т.е. ёмкостью не более 256 байт. У микросхем большей ёмкости адресация ячейки осуществляется двумя байтами (Address MSB и Address LSB). На плате CY7C68013A USB Board производителем установлена микросхема U2 FM24CL64 ёмкостью 1024 байта, которую необходимо заменить на любую из приведённого перечня. Автор использовал микросхему FM24CL16.

Производитель CY7C68013A фирма Cypress Semiconductor бесплатно предлагает для этого контроллера набор драйверов под различные операционные системы, а также инструментальное программное обеспечение разработки-отладки, позволяющее конструировать на базе CY7C68013A USB-устройства различного назначения. Это ПО, в частности, обеспечивает возможность программирования внешней памяти EEPROM с интерфейсом I²C. На сайте Cypress Semiconductor [3] можно после регистрации загрузить программный пакет Cypress Suite USB. Этот же пакет можно загрузить и без регистрации с wiki-страницы платы CY7C68013A USB Board [2]. После установки пакета Cypress Suite USB под ОС Windows 7 в меню «Пуск» создаётся каталог Cypress, в котором содержатся входящие в пакет программные компоненты. Из них для настоящей задачи интерес представляют две утилиты: USB Control Center и Cypress USB Console.

Заданные по умолчанию значения

дескрипторов USB-устройства для CY7C68013A

Дескриптор	Значение	Примечание
Vendor ID	0x04B4	Cypress Semiconductor
Product ID	0x8613	EZ-USB FX2LP
Device ID (Device release)	0xAxxx	Ревизия кристалла (xxx=001 для первой ревизии)

Необходимо заметить, что микросхема внешней памяти EEPROM с интерфейсом I²C на плате CY7C68013A USB Board может быть отключена с помощью переключки-джампера, прерывающего ведущую к EEPROM линию SDA шины I²C. Указанная возможность требуется для обеспечения возможности программирования этой микросхемы.

Программирование микросхемы внешней памяти EEPROM с интерфейсом I²C платы CY7C68013A USB Board на компьютере с ОС Windows 7 осуществляется в следующем порядке.

Плата с установленной микросхемой внешней памяти FM24CL16 или микросхемой меньшей ёмкости подключается к компьютеру через интерфейс USB, при этом переключки-джампер P-SDA на плате должна быть разомкнута, т.е. микросхема памяти должна быть отключена. ОС Windows 7 должна обнаружить подключённое USB-устройство и после установки его драйвера определить его как Cypress FX2LP No EEPROM Device (см. рис. 2).

Установка драйвера для Cypress FX2LP No EEPROM Device осуществляется путём запуска исполняемого файла с драйверами продуктов Cypress CypressDriverInstaller.exe, который можно загрузить бесплатно после регистрации с сайта Cypress Semiconductor [3].

После установки драйвера следует запустить программу Cypress USB

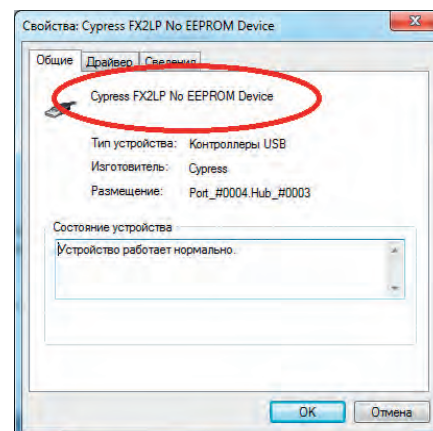


Рис. 2. Определение ОС Windows 7 контроллера CY7C68013A без внешней памяти

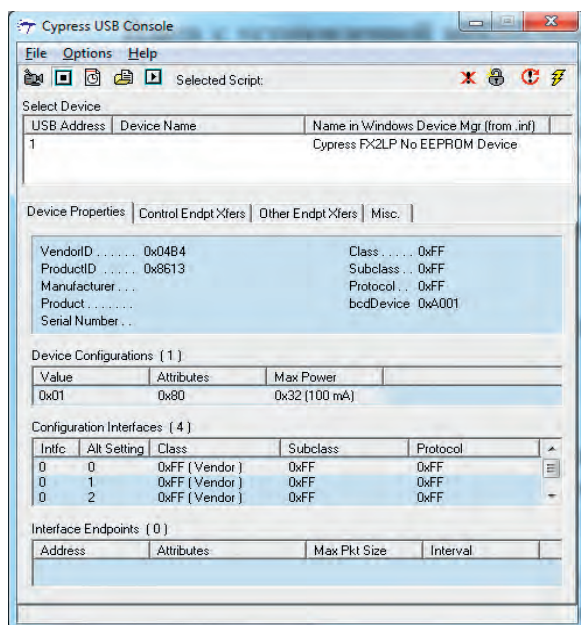


Рис. 3. Главное окно Cypress USB Console с обнаруженным контроллером CY7C68013A без внешней памяти

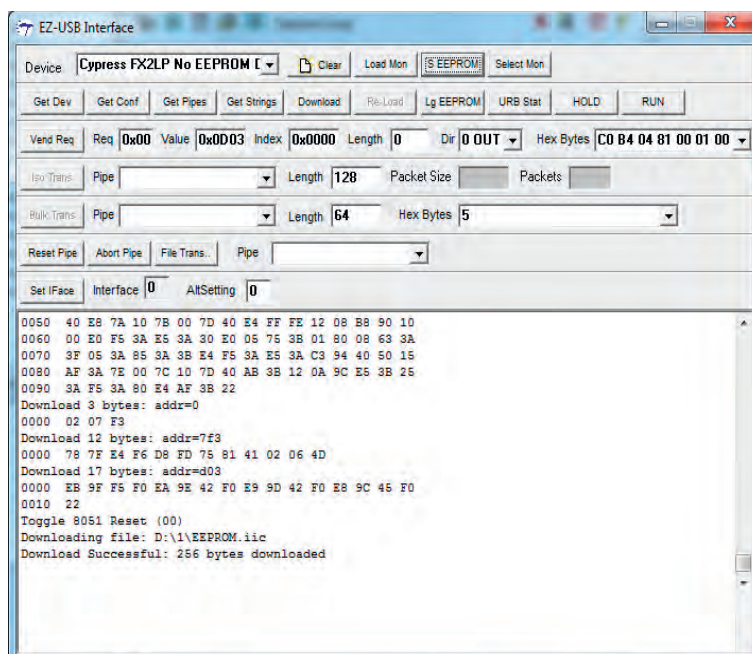


Рис. 4. Окно интерфейса программирования памяти EZ-USB Interface

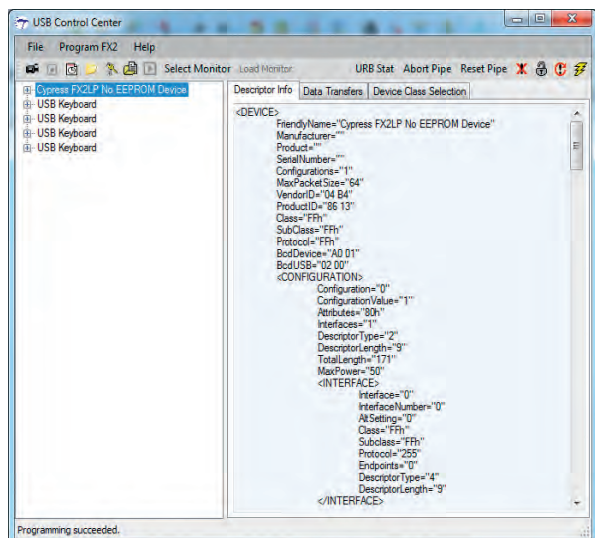


Рис. 5. Главное окно программы USB Control Center

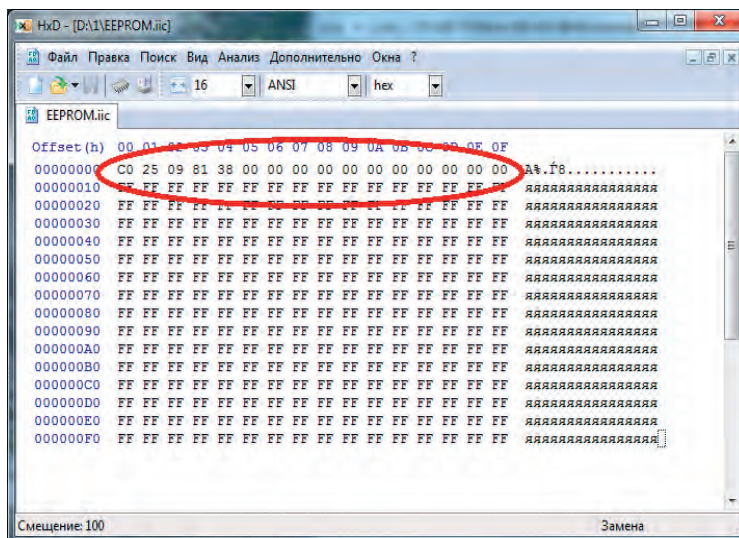


Рис. 6. Окно редактора HxD с созданным файлом прошивки FM24CL16

Console из каталога Cypress и убедиться, что эта программа обнаружила подключённую плату CY7C68013A USB Board (см. рис. 3).

Затем необходимо, не отключая плату от компьютера, установить на ней перемычку-джампер P-SDA, подключив тем самым микросхему внешней памяти к шине I²C. После этого следует в программе Cypress USB Console открыть окно интерфейса программирования памяти, выбрав в меню Options → EZ-USB Interface. Открывшееся окно показано на рисунке 4. В окне EZ-USB Interface значения всех настроек следует оставить заданными по умолчанию. Кликом на кнопке SEEPROM нужно задать в открывшемся окне файлов и каталогов файл прошивки микросхемы EEPROM с интерфей-

сом I²C – файл с расширением iic. О том, как его создать, будет рассказано далее. После задания этот файл будет сразу же записан в микросхему памяти. По итогам записи программа Cypress USB Console выдаст сообщение, содержащее информацию о статусе произведённой записи и количестве записанных данных. В случае благополучного завершения записи – Download Successful: 256 bytes downloaded. На этом подготовку аппаратной части логического анализатора к работе можно считать полностью завершённой.

Программа USB Control Center, главное окно которой показано на рисунке 5, позволяет решить ту же задачу по программированию внешней памяти EEPROM с интерфейсом I²C, что и Cypress USB Console. Для это-

го нужно выбрать в её меню Program FX2 → Small EEPROM, а затем в открывшемся окне файлов и каталогов задать файл прошивки микросхемы внешней памяти. Помимо этого, программа позволяет получить весьма подробную информацию о каждом подключённом к хосту USB-устройстве, что может быть весьма полезно при разработке-отладке приложений на базе контроллера CY7C68013A.

Создание файла прошивки микросхемы FM24CL16 производится в следующем порядке. Для подготовки и редактирования этого файла можно использовать любой редактор шестнадцатеричных данных. Множество таких программ можно бесплатно загрузить из интернета. Автор использовал редактор HxD, главное окно которого с соз-

данным в нём файлом прошивки показано на рисунке 6. Текст файла прошивки в окне набирается с клавиатуры. Для микросхемы FM24CL16 он должен иметь размер, соответствующий ёмкости этой микросхемы, – 256 байт. Первый байт данных в файле должен быть равен 0xC0, следующие четыре байта – содержать значения VID и PID логического анализатора Logic, затем должны идти два нулевых байта, что соответствует DID=0. Заметим, что значение DID может быть и не нулевым. Следующие несколько байт также нулевые, как показано на рисунке. Последнее было установлено опытным путём. Все остальные байты имеют значение 0xFF, что соответствует стёртой ячейке памяти. При сохранении файлу прошивки присваивается расширение iic, чтобы его могли распознать программы Cypress USB Console и USB Control Center.

Для подачи исследуемых цифровых сигналов в анализаторе используются контакты PB0...PB7 разъёма J1, соединённые с одноимёнными входами контроллера CY7C68013A U1 (см. рис. 1). Эти входы соответствуют каналам Channel 0...7 программы Saleae Logic.

Во второй части статьи речь пойдёт о работе с программой Saleae Logic, а также будут приведены примеры анализа сигналов для различных цифровых шин передачи данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. High speed USB module with embedded 8051 core, USB mini-AB connector: <https://www.waveshare.com/product/CY7C68013A-USB-Board-mini.htm>
2. CY7C68013A USB Board (mini): [https://www.waveshare.com/wiki/CY7C68013A_USB_Board_\(mini\)](https://www.waveshare.com/wiki/CY7C68013A_USB_Board_(mini))
3. SuiteUSB 3.4 – USB Development tools for Visual Studio: <http://www.cypress.com/documentation/software-and-drivers/suiteusb-34-usb-development-tools-visual-studio>
4. EZ-USB FX2LP™ USB Microcontroller CY7C68013A/CY7C68014A CY7C68015A/CY7C68016A. Cypress Semiconductor Corporation. Document # 38-08032: <http://www.cypress.com/file/138911/download>
5. Older Saleae Logic Beta Downloads: <https://support.saleae.com/hc/en-us/articles/210245603-Older-Saleae-Logic-Beta-Downloads>
6. The device's USB VID & PID failed: <https://support.saleae.com/hc/en-us/articles/210245393-The-device-s-USB-VID-PID-failed>



НОВОСТИ МИРА

«Модуль» НА ВЫСТАВКЕ «ЭкспоЭлектроника 2018»

На выставке «ЭкспоЭлектроника 2018» компания НТЦ «Модуль» представила следующие новинки:

1. ИС 1888BB018A предназначена для организации обмена информацией по интерфейсу PCI Express.
2. СБИС МИВЭМ 1888TX018 обеспечивает выполнение функций центрального вычислителя, обработку, распознавание, ко-

дирование, декодирование и выдачу видеосигнала.

3. ИС 1879BM8Я – это многопроцессорная «система-на-кристалле» на базе четырёх процессорных ядер ЦОС NMC4 и RISC-процессора ARM. Микросхема является универсальной платформой для построения широкого класса систем цифровой обработки широкополосных сигналов в радиолокации, навигации и связи.

www.expoelectronica.ru

НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ

GENESYS™ Series

5 кВт (0...600 В / 0...500 А)

LAN / USB / RS-232 / RS-485

Масштабирование до 20 кВт



TDK-Lambda

ProSOFT®

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636 • INFO@PROSOFT.RU • WWW.PROSOFT.RU



ProSOFT

НОВОСТИ МИРА

«Росэлектроника» предложит собственные разработки для ГИСП

Холдинг «Росэлектроника» Госкорпорации «Ростех» совместно с самарским ЗАО «Интегра-С» предложит собственные микросистемные решения для маркировки и организации национальной системы прослеживаемости товаров на основе RFID, интегрированные в уникальную геоинформационную платформу «умного города» «Интегра-Планета».

15 февраля 2018 года ведущий дизайн-центр холдинга – московское АО «НИИ микросистемной аппаратуры «Прогресс», ЗАО «Интегра-С» и ФГАУ «Российский фонд технологического развития» заключили соглашение о сотрудничестве в сфере развития новых сервисов для Государственной информационной системы промышленности (ГИСП). Подписание документа состоялось в ходе форума «Технологии безопасности 2018», который проходил в Москве.

Оснащение товаров RFID-метками позволяет гарантировать их подлинность и отследить весь жизненный цикл, в том числе

переход от одного субъекта хозяйственной деятельности к другому – от производителя до конечного потребителя.

Система маркировки будет интегрирована в EDI-систему документооборота посредством юридически значимых товаросопроводительных документов, что открывает широкие возможности для комплексного решения задачи мониторинга товарооборота. Внедрение подобных решений подразумевает разработку специализированных устройств, в том числе мобильных, для считывания и обработки информации, содержащейся в метках.

По замыслу участников соглашения о сотрудничестве, АО «НИИМА «Прогресс» выступит разработчиком микросистемной аппаратуры для организации системы мониторинга товарооборота в целях развития ГИСП.

При этом предполагается, что повышению эффективности системы будет способствовать интеграция ГИСП и комплекса геоинформационных сервисов «Интегра-Планета-4D», разработанного ЗАО «Интегра-С». Комплекс позволяет привязать все задействованные в системе объекты, датчики и

устройства, а также соответствующее видеоизображение к географическим координатам и времени.

Таким образом, совместные разработки участников соглашения позволят не только обеспечить мониторинг товаропотоков, но и визуализировать информацию в формате динамического 3D-изображения, например отображать маршрут движения партий товаров от производителя к продавцу и далее к потребителю на любом временном отрезке.

Пресс-служба «Росэлектроники»

В России запущен в работу комплекс автоматической 3D-оптической инспекции OMRON

На предприятии Pandora, производящем автомобильную электронику, введена в эксплуатацию суперсовременная АОИ-установка OMRON VT-S730, дополнившая производственную линию DEK-Siplace.

Комплекс предназначен для высокоскоростной и высокоточной инспекции результатов работы двух линий SMT-монтажа и контроля результатов работы некоторых других производственных участков.

Новое поколение GaN-транзисторов

CGHV14250 Диапазон частот: 1200–1400 МГц Мощность: 250 Вт Коэффициент усиления: 18 дБ	CGHV14500 Диапазон частот: 1200–1400 МГц Мощность: 500 Вт Коэффициент усиления: 17 дБ	CGHV35150 Диапазон частот: 2900–3500 МГц Мощность: 150 Вт Коэффициент усиления: 13,5 дБ
--	--	--

PROCHIP
POWERED BY PROSOFT

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

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

Производитель автоэлектроники отмечает, что основу SMT-производства составляют две технологические линии:

1. Линия с тремя высокоточными установщиками MyDATA MY-100.

2. Линия с двумя высокоскоростными установщиками ASM Siplace последнего поколения.

Обе линии укомплектованы принтерами DEK Horizon 03iX с модернизированными модулями инспекции и автокорректорами апертуры нанесённой паяльной пасты.

Автоматическая 3D-оптическая инспекция позволяет оценивать не только отсутствие компонента в зоне монтажа, подобно инспекциям предыдущего поколения, но и качество галтели каждой зоны пайки независимо от корпуса SMD-компонента (SOIC, TSSOP, DFN, QFN, TQFP и т.д.) и от шага его выводов, не оценивая только качество пайки BGA-компонентов, точки пайки которых скрыты корпусом микросхем. Для инспекции BGA-монтажа на предприятии Pandora установлена установка рентгеновской томографии YXLON Y.Cougar-SMT с фокальным разрешением нанофокусно-

го режима до 300 нм, что на порядок превосходит показатели остальных установок рентгеновского контроля.

www.global-smt.ru

«ИКСЛАЙТ» РАЗРАБОТАЛА СИСТЕМУ ПОДСВЕТКИ МЕМОРИАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА В МУРМАНСКЕ

Компания «Икслайт» разработала и реализовала концепцию художественного освещения мемориального комплекса, посвящённого стойкости и мужеству жителей города-героя в годы Великой Отечественной войны.

Задача проекта заключалась в том, чтобы мемориал, расположенный на берегу Семёновского озера, выделить в ландшафте и сделать его визуально привлекательным в вечернее и ночное время.

Важным условием при выборе оборудования была необходимость безупречной работы светильников в условиях сурового мурманского климата – а значит, они должны были обладать высокими защитными свойствами: герметичностью,

устойчивостью к перепадам температуры и воздействию влаги, а также прочностью.

В центральной части комплекса, который занимает площадь более 5000 м², располагается смотровая площадка круглой формы. В центре площадки установлен монумент из трёх колонн, подсвеченных вмонтированными в плитку грунтовыми светильниками XLD-ALGA со специальной эллиптической оптикой и возможностью регулировки направления светового пучка (направление можно фиксировать под углами 20, 30 и 40 градусов). Возле монумента установлена кирпичная стена, на которой размещены награды Мурманска и стенды с архивными фотоматериалами. В тёмное время суток они подсвечены прожекторами XLD-FL12 с поворотными механизмами, позволяющими настраивать световую экспозицию.

Проект был успешно реализован, все требования заказчика удовлетворены, а обновлённый мемориал ещё раз подтвердил и упрочил свой статус среди горожан и гостей города.

www.prosoft.ru

АУО

LCD-панели AU Optronics

Высокое качество по лучшим ценам

Области применения:

- Промышленное оборудование
- Банкоматы и терминалы оплаты
- Торговые терминалы (POS)
- Мультимедиа-системы
- Промышленные компьютеры (IPC)
- Системы безопасности
- Игровые автоматы
- Медицинское оборудование
- Системы автоматизации производственных процессов
- Информационные панели (PID)



ProCHIP
POWERED BY ProSOFT

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

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



ProCHIP

Проектирование МШУ S-диапазона с большим коэффициентом усиления в среде NI AWR DE

Кирилл Петров (k.petrov@mrcur.ru)

Практически в любой современной БКА (бортовой космической аппаратуре) присутствует приёмная часть с низким коэффициентом шума. Нередки случаи, когда необходим приёмник с большим коэффициентом усиления. Создание приёмных устройств с большим коэффициентом усиления и одновременно низким коэффициентом шума является комплексной задачей, связанной с рядом технических особенностей. В качестве основной проблемы можно выделить возможность самовозбуждения как отдельных нелинейных элементов устройства, так и всего изделия. Данная статья посвящена обзору возможностей анализа устойчивости нелинейных устройств, доступных в программном продукте Microwave Office среды NI AWR Design Environment.

ВВЕДЕНИЕ

Приёмная часть БКА обычно строится по принципу каскадирования МШУ (малошумящих усилителей) до достижения необходимого коэффициента усиления (K_v). При этом результирующий коэффициент шума (NF) приёмного тракта определяется в большей степени коэффициентом шума первого каскада усиления. Опционально в схему приёмной части БКА могут входить межкаскадные ППФ (полосно-пропускающие фильтры), входное УЗ (устройство защиты), управляемый аттенюатор и управляемый фазовращатель.

Для достижения минимального коэффициента шума необходимо выполнить согласование входного импеданса МШУ в комплексно-сопряжённое значение импеданса, соответствующее оптимальному коэффициенту шума первого каскада усиления. Зачастую к

БКА предъявляются требования по КСВ (коэффициенту стоячей волны) в сечениях радиочастотных соединителей, поэтому одновременное обеспечение минимально достижимого коэффициента шума нелинейного элемента первого каскада, требуемого значения КСВ и приемлемого коэффициента усиления требуют компромиссных решений.

Нелинейные элементы, на основе которых построены усилительные каскады МШУ, в общем случае при определённых значениях импедансов, подключённых к их входу и выходу, способны к самопроизвольной генерации электромагнитных колебаний [1, 2]. Кроме того, при реализации большого коэффициента усиления в МШУ возможно возникновение обратной связи за счёт волновода, образованного корпусом изделия. Если со второй проблемой всё ясно

и борьба с ней сводится к принятию оптимальных конструктивных решений (образование заградительного волновода обратной связи, применение поглощающего материала), то решение первой проблемы требует более детального подхода на этапе разработки схемотехники изделия.

Возможности Microwave Office позволяют на ранних этапах разработки оценить устойчивость нелинейных элементов к самопроизвольной генерации электромагнитных колебаний. Кроме того, полноволновое электромагнитное 3D-моделирование, доступное в NI AWR Design Environment [3], позволяет получить модель реального изделия с максимально правдоподобными характеристиками.

Подготовка модели МШУ Circuit Schematics

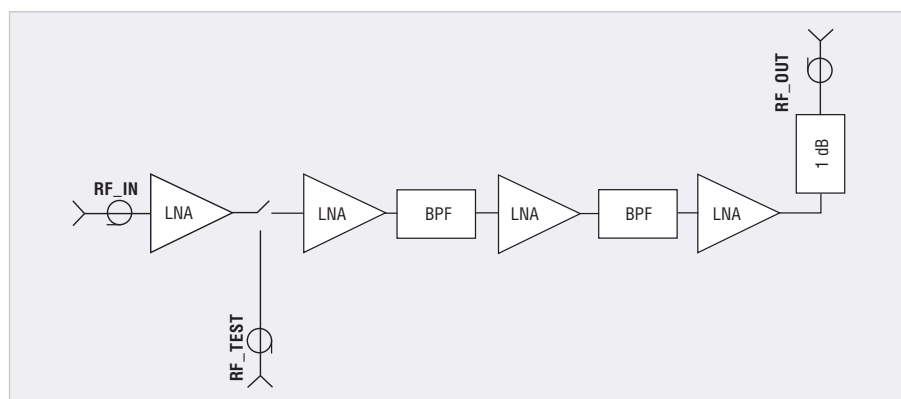
Исходные данные

Согласно требованиям заказчика, необходимо разработать МШУ с коэффициентом передачи не менее 60 дБ в полосе рабочих частот от 2090 до 2102 МГц. Коэффициент шума приёмного тракта не должен превышать значения 1 дБ. Коэффициент стоячей волны в сечениях высокочастотных соединителей в полосе рабочих частот не должен превышать значения 1,6. Неравномерность амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) в рабочей полосе частот должна быть не более 0,5 дБ. Неравномерность группового времени запаздывания (ГВЗ) в рабочем диапазоне частот не должна превышать 5 нс. Уровень мощности входного синусоидального сигнала не превышает –110 дБм.

Структурная схема

На рисунке 1 представлена структурная схема проектируемого МШУ. МШУ построен на основе четырёх каскадов усиления, двух полосно-пропускающих фильтров и однодецибельного аттенюатора на выходе. После первого каскада усиления на печатной плате предусмотрена возможность ответвления сигнала для контроля параметров первого каскада усиления.

Первый и второй каскады усиления построены на основе псевдоморфного



Примечание: LNA – каскад усиления; BPF – полосно-пропускающий фильтр; 1 dB – однодецибельный аттенюатор; RF_IN – вход МШУ; RF_OUT – выход МШУ; RF_TEST – ответвление сигнала для контроля параметров первого каскада усиления

Рис. 1. Структурная схема МШУ



Рис. 2. Схема МШУ в модуле Circuit Schematics

транзистора с высокой подвижностью электронов (рНЕМТ). В основу третьего и четвертого каскадов положена микросхема типа Gain Block. ППФ на основе технологии низкотемпературной совместно обжигаемой керамики (LTCC) фильтруют внеполосные сигналы. Перед входом МШУ, согласно идеологии изделия, расположен узкополосный диплексер на объёмных резонаторах, защищающий приёмный тракт от излучения передающего тракта.

Моделирование в Circuit Schematics

Первый этап моделирования заключается в построении схемы МШУ в модуле Circuit Schematics. В качестве дросселей, блокировочных и согласующих элементов схемы использованы модели реактивных элементов, представленные на веб-сайте NI AWR Design Environment [4]. Данные модели основаны на SPICE-моделях, представленных производителями используемых

элементов, и с большим запасом перекрывают используемый при моделировании диапазон частот.

Для описания нелинейных усилительных элементов используются S-параметры, предоставленные производителями этих элементов для режима, в котором применяются данные элементы. Согласно определению, S-параметры изделия измеряются в режиме малого сигнала. Исходя из требований заказчика к уровню входного сигнала не более -110 дБм, использование малосигнальных S-параметров для описания поведения нелинейных элементов модели МШУ в первом приближении является вполне допустимым.

Схемы МШУ и первого каскада МШУ в модуле Circuit Schematics представлены на рисунках 2 и 3 соответственно.

В качестве критериев оценки устойчивости нелинейных элементов и усилительных каскадов на их основе используются:

- фактор Роллетта (К-фактор) [1, 2]:

$$K = \frac{1 - |S_{11}|^2 - |S_{22}|^2 + |\Delta|^2}{2|S_{12}S_{21}|} > 1; \quad (1)$$

- дополнительный коэффициент стабильности [1, 2]:

$$B = 1 + |S_{11}|^2 - |S_{22}|^2 - |\Delta|^2 > 0; \quad (2)$$

- определитель матрицы рассеяния [1, 2]:

$$\Delta = \det[S] = S_{11}S_{22} - S_{12}S_{21} < 1; \quad (3)$$

- геометрически определяемые коэффициенты стабильности со стороны нагрузки (выражение 4) и источника (выражение 5) [5]:

$$\mu = \frac{1 - |S_{11}|^2}{|S_{22} - S_{11}^* \Delta| + |S_{12}S_{21}|} > 1; \quad (4)$$

$$\mu' = \frac{1 - |S_{22}|^2}{|S_{11} - S_{22}^* \Delta| + |S_{12}S_{21}|} > 1. \quad (5)$$

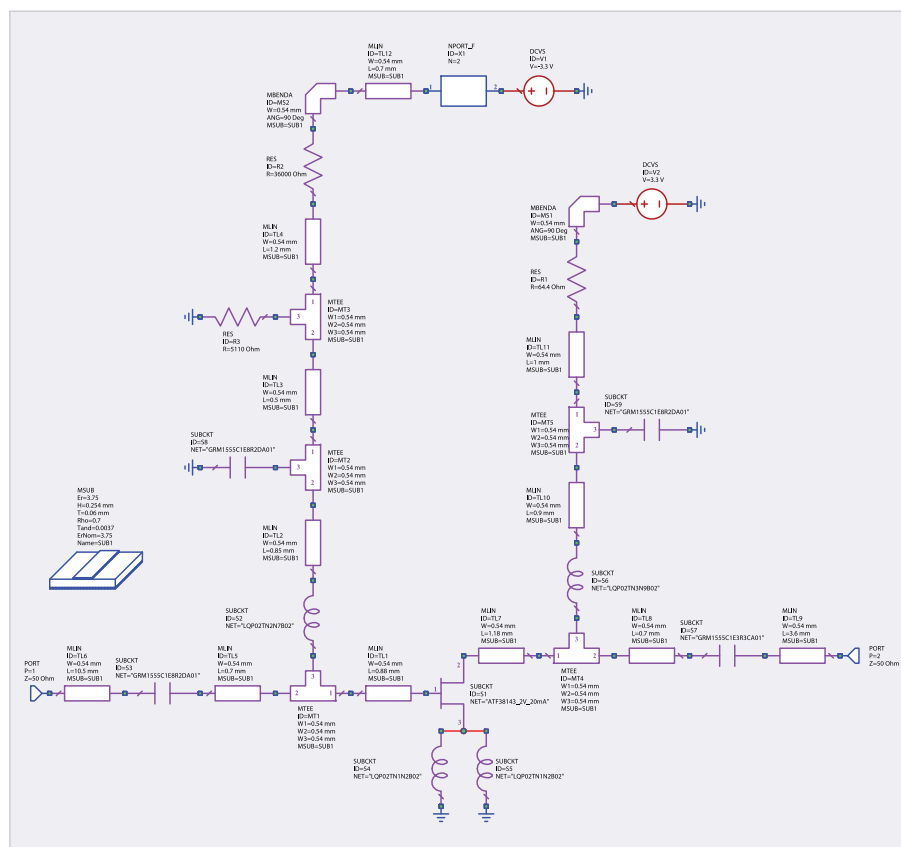


Рис. 3. Схема первого каскада МШУ в модуле Circuit Schematics

Транзистор, на основе которого построены первый и второй каскады усиления, является условно стабильным, т.е. способен к генерации паразитных частотных составляющих при определённых значениях импеданса нагрузки и источника. Зависимости критериев оценки устойчивости уединённого транзистора от частоты приведены на рисунке 4.

Как видно из рисунка 4, неравенства 1, 3–5 не выполняются в широком диапазоне частот. Это означает, что включение данного транзистора без цепи стабилизации приведёт к паразитной генерации. В качестве элемента стабилизации в цепь истока введена дополнительная индуктивная последовательная обратная связь. Зависимости критериев оценки устойчивости первого каскада усиления от частоты после стабилизации приведены на рисунке 5.

На рисунке 5 видно, что неравенства 1–5 выполняются в интересующем нас диапазоне частот. Вне рабочего диапазона частот усилитель также является стабильным в широких пределах.

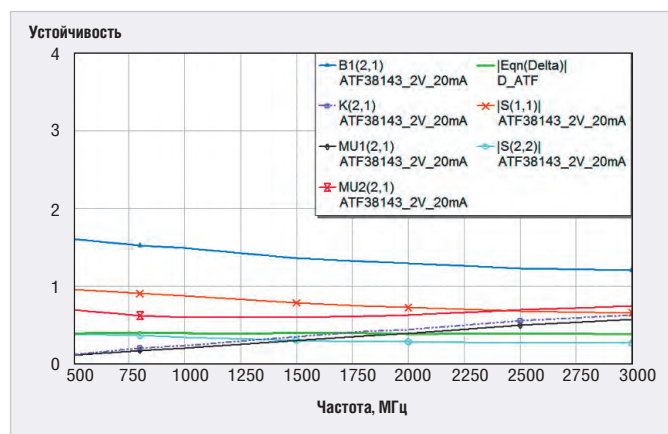


Рис. 4. Зависимость критериев устойчивости рНЕМТ-транзистора от частоты

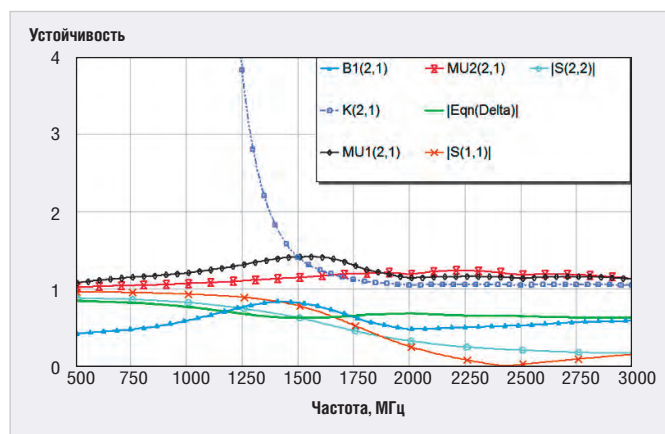


Рис. 5. Зависимость критериев устойчивости первого каскада усиления от частоты

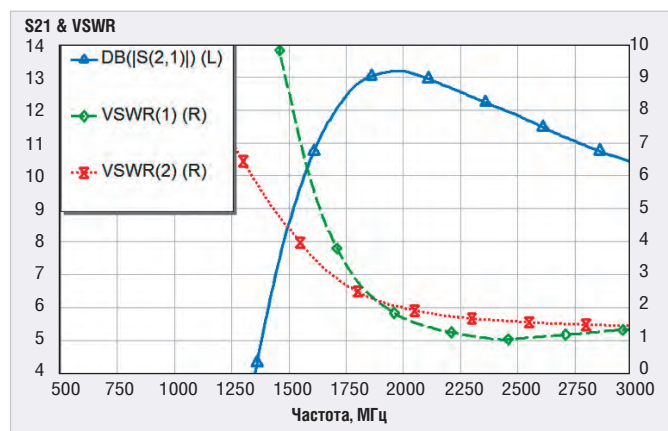


Рис. 6. Зависимость коэффициента передачи и КСВ входа и выхода первого каскада усиления от частоты

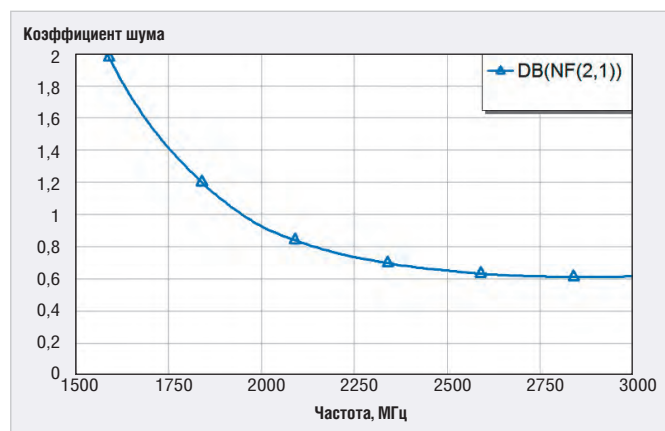


Рис. 7. Зависимость коэффициента шума первого каскада от частоты

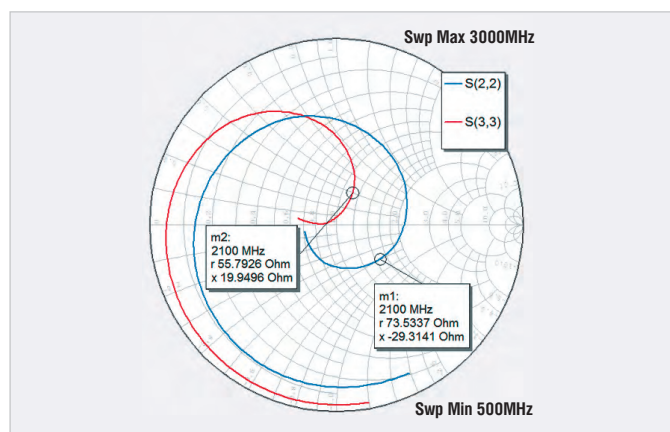


Рис. 8. Частотная зависимость импедансов выхода и входа первого и второго каскадов усиления

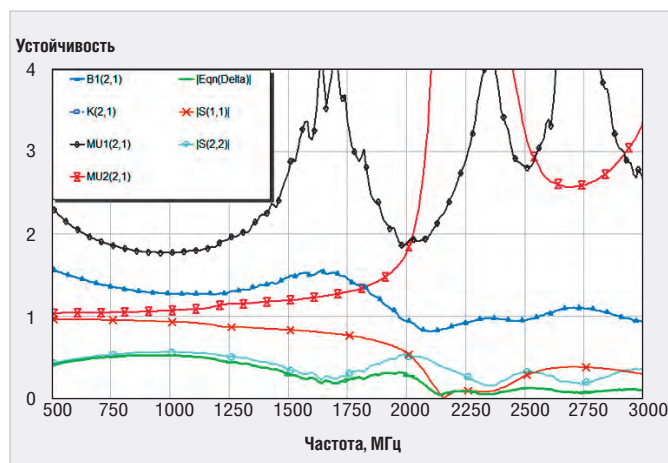


Рис. 9. Зависимость критериев устойчивости МШУ от частоты

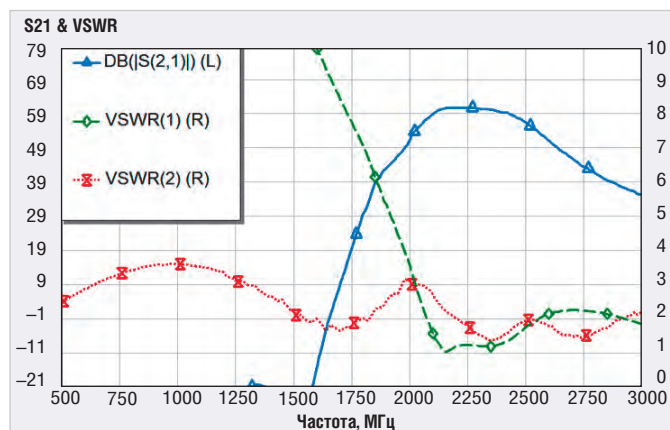


Рис. 10. Зависимость коэффициента передачи и КСВ входа и выхода МШУ от частоты

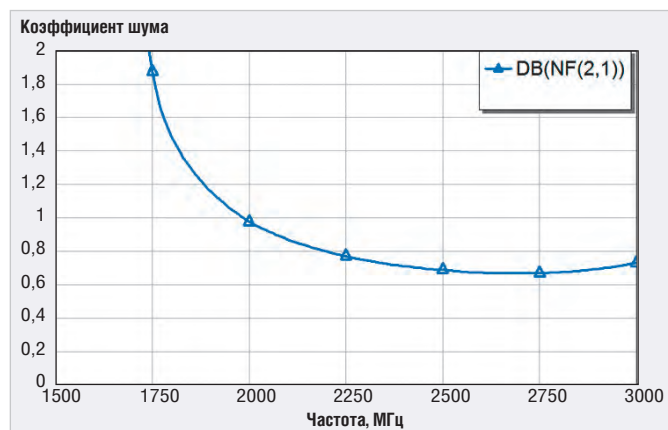


Рис. 11. Зависимость коэффициента шума МШУ от частоты

РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ В CIRCUIT SCHEMATICS

Результаты моделирования первого каскада усиления в Circuit Schematics

На рисунке 6 приведена зависимость коэффициента передачи и КСВ входа и выхода от частоты для первого каскада усиления. Согласно рисунку 6, расчётный коэффициент передачи первого каскада в интересующем нас диапазоне частот составляет около 13 дБ. Расчётные значения КСВ входа и выхода составляют 1,5 и 2 соответственно.

На рисунке 7 приведена зависимость коэффициента шума первого каскада от частоты. Расчётное значение коэффициента шума в рабочем диапазоне частот не превышает 0,85 дБ.

На рисунке 8 приведена частотная зависимость импеданса выхода первого каскада усиления и импеданса входа второго каскада. Как видно из рисунка 8, импеданс входа второго каскада усиления является комплексно сопряжённым импедансу выхода первого каскада, что обеспечивает комплексно сопряжённое согласование между каскадами.

Результаты моделирования четырёх каскадов усиления в Circuit Schematics

Второй каскад МШУ стабилизирован дополнительной индуктивной последовательной обратной связью так же, как и первый. Третий и четвёртый каскады усиления МШУ построены на базе малошумящих микросхем типа Gain Block, которые не нуждаются во внешних цепях стабилизации. Результаты моделирования четырёхкаскадного МШУ представлены на рисунках 9–11.

Из анализа зависимости критериев устойчивости МШУ от частоты на рисунке 9 видно, что четырёхкаскадная схема МШУ также устойчива в исследуемом диапазоне частот.

Коэффициент усиления МШУ в интересующем нас диапазоне частот, как видно из рисунка 10, составляет не менее 60 дБ. Расчётные значения КСВ входа и выхода МШУ составляют не более 1,5 и 2,5 соответственно.

Как видно из рисунка 11, расчётный коэффициент шума не превышает 0,9 дБ.

ПОДГОТОВКА МОДЕЛИ МШУ В EM STRUCTURES

На основе топологии МШУ из математических моделей линий передачи в модуле Circuit Schematics была разработана печатная плата в Altium Designer. На рисунке 12 представлена поэтапная схема получения электромагнитной модели топологии из файла печатной платы.

Из файла печатной платы в Altium Designer формируются производственные файлы в формате ODB++, которые с помощью утилиты PCB Import Wizard конвертируются в модуль EM Structures. В модуле EM Structures назначаются порты ввода/вывода сигнала в точках подключения элементов схемы МШУ. Здесь же описываются параметры слоёв печатной платы, такие как диэлектрическая проницаемость, тангенс угла диэлектрических потерь, параметры материала металлизации и т.д. Отдельно можно выделить такие параметры, как толщина, шероховатость и угол травления металлизации. С повышением рабочего диапазона частот проектируемых устройств эти параметры начинают влиять на

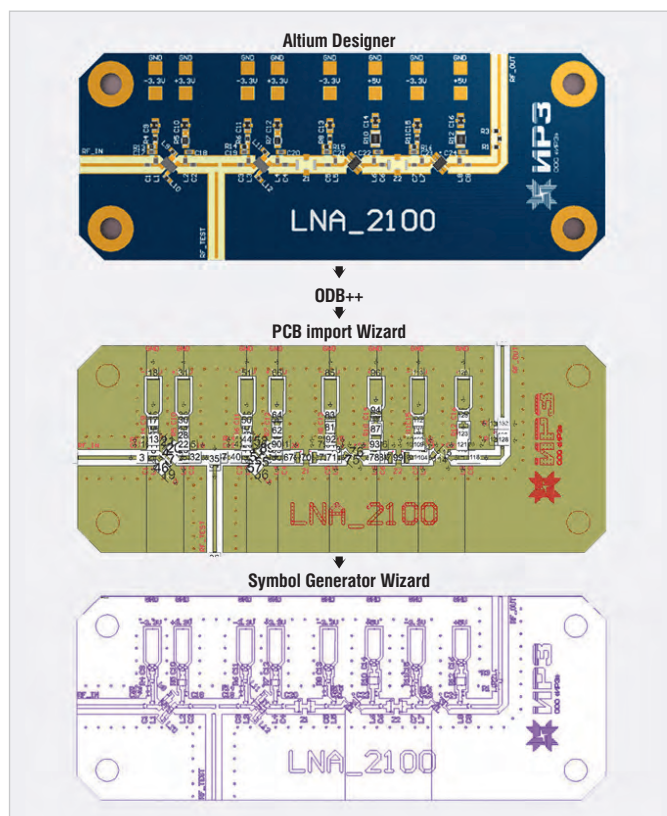


Рис. 12. Схема получения электромагнитной модели топологии печатной платы МШУ

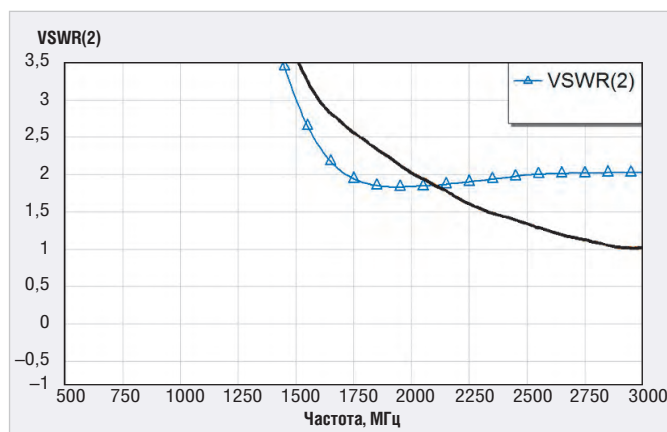


Рис. 15. Зависимость КСВ выхода первого каскада усиления от частоты

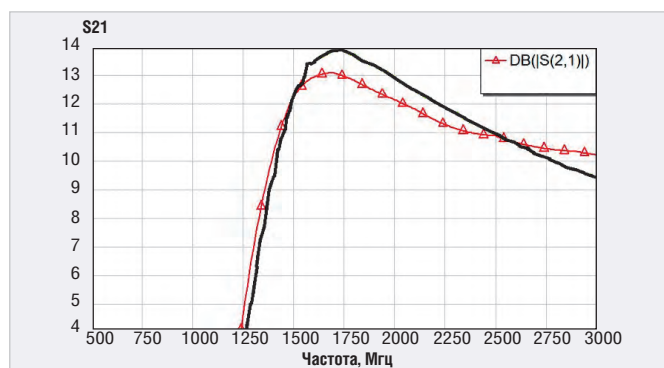


Рис. 13. Зависимость коэффициента передачи первого каскада усиления от частоты

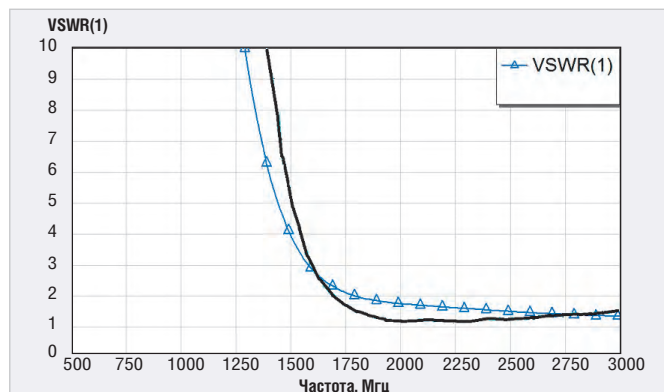


Рис. 14. Зависимость КСВ входа первого каскада усиления от частоты

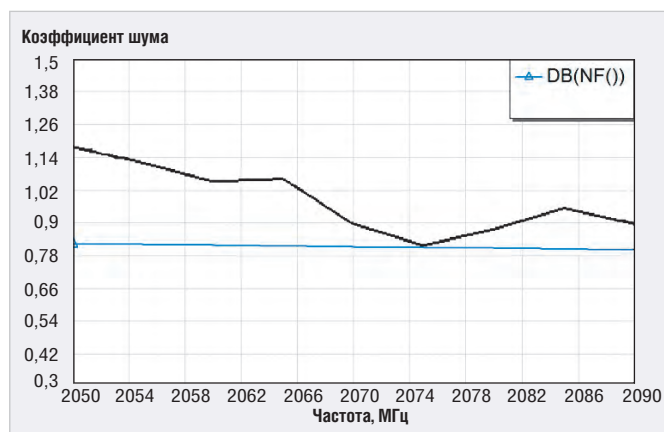


Рис. 16. Зависимость коэффициента шума первого каскада от частоты

сходимость результата моделирования с измерениями всё в большей степени. Угол травления металлизации (Etch Angle) на данный момент является всего лишь анонсированным параметром, не влияющим на расчёт и предназначенным для будущих версий Microwave Office. После расчёта топологии в модуле EM Structures с помощью утилиты Symbol Generator Wizard создаётся условное обозначение печатной платы МШУ для модуля Circuit Schematics. Условное обозначение платы помещается в модуль Circuit Schematics в качестве подцепи (SubCircuit), где к нему подключаются ВЧ-модели активных и пассивных

элементов схемы МШУ для проведения комбинированного расчёта.

РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ В EM STRUCTURES

Результаты моделирования первого каскада усиления в EM Structures

На рисунке 13 отражена зависимость коэффициента передачи первого каскада усиления от частоты, полученная после моделирования топологии печатной платы в модуле EM Structures. На этом же рисунке приведены результаты измерений первого каскада МШУ.

Как видно из рисунка 13, расчётная зависимость коэффициента передачи

с учётом электромагнитного расчёта топологии смещена вниз по частоте примерно на 250 МГц относительно зависимости на рисунке 6. Полученные результаты измерений качественно повторяют форму зависимости коэффициента передачи с учётом электромагнитного расчёта. Ошибка по абсолютному значению не превышает 1 дБ.

Измеренная зависимость КСВ входа и выхода от частоты, графически представленная на рисунках 14 и 15, также качественно повторяет результаты, полученные с учётом электромагнитного расчёта топологии.

Измеренное значение коэффициента шума первого каскада МШУ не превы-

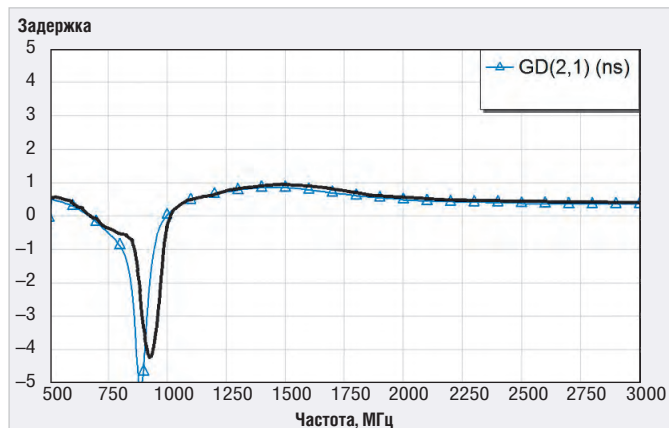


Рис. 17. Зависимость ГВЗ первого каскада от частоты

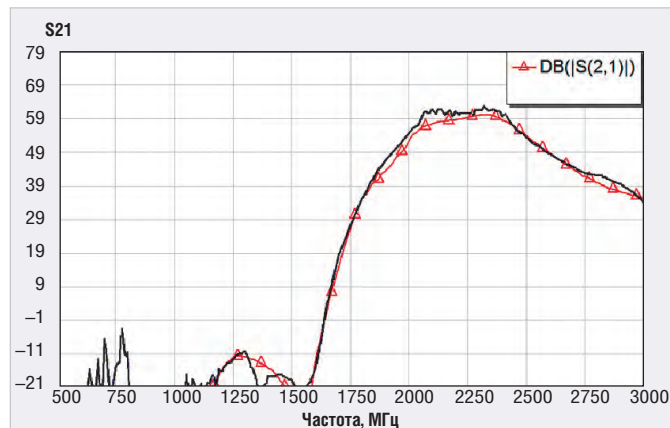


Рис. 18. Зависимость коэффициента передачи МШУ от частоты

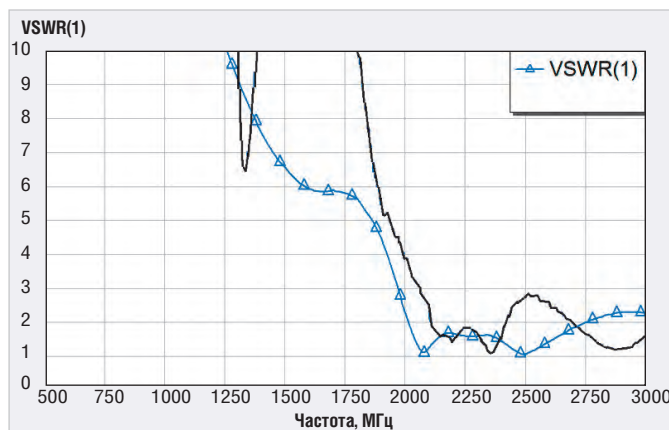


Рис. 19. Зависимость КСВ входа МШУ от частоты

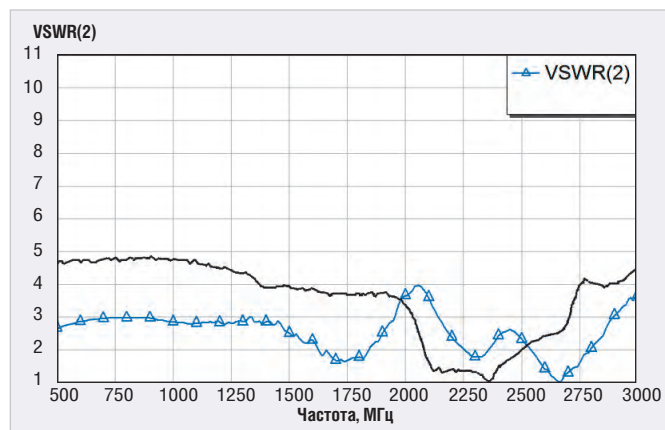


Рис. 20. Зависимость КСВ выхода МШУ от частоты

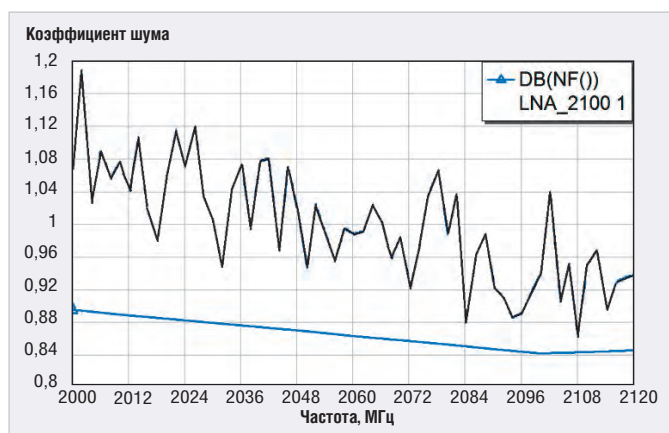


Рис. 21. Зависимость коэффициента шума МШУ от частоты

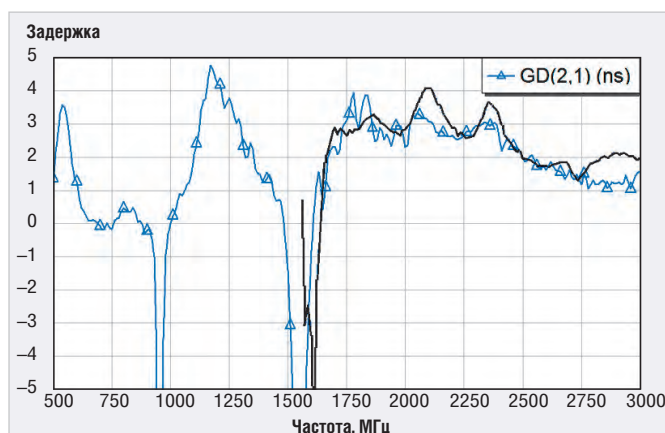


Рис. 22. Зависимость ГВЗ МШУ от частоты

шает 1 дБ. Сравнение частотной зависимости расчетного коэффициента шума с измеренными значениями представлено на рисунке 16.

На рисунке 17 приведён график зависимости группового времени запаздывания сигнала при прохождении через тракт усилителя.

Результаты моделирования четырёх каскадов усиления в EM Structures

На рисунке 18 изображён график зависимости коэффициента передачи

четырёхкаскадного МШУ от частоты, полученной после моделирования топологии печатной платы в модуле EM Structures. На этом же рисунке приведены результаты измерений.

Как видно из рисунка 18, результаты измерений точно повторяют смоделированную характеристику. Коэффициент передачи в интересующем нас диапазоне частот составляет не менее 60 дБ.

На рисунках 19 и 20 приведено сравнение измеренных значений КСВ входа и выхода МШУ с расчетными значениями. Результаты измерений и моделиро-

вания качественно повторяют друг друга. Значение КСВ входа не превышает 1,9 в интересующем диапазоне частот, значение КСВ выхода не превышает 1,3 в интересующем диапазоне частот.

Измеренное значение коэффициента шума МШУ не превышает 1 дБ в исследуемом диапазоне частот. Сравнение частотной зависимости расчетного коэффициента шума с измеренными значениями представлено на рисунке 21.

На рисунке 22 приведена зависимость ГВЗ сигнала при прохождении через тракт МШУ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В соответствии с результатами моделирования был изготовлен макет МШУ S-диапазона. Смоделированные характеристики устройства были подтверждены результатами измерений. Полученная корреляция между результатами измерений и результатами моделирования обусловлена разумным подходом к моделированию устройства с учётом определённых особенностей технологии производства печатной платы, использования ВЧ-моделей активных и пассивных элементов схемы, проведения полноволнового электромагнитного моделирования топологии МШУ.

Замечено, что при использовании верхнего слоя металлизации ненулевой толщины происходит смещение частотной зависимости характеристик устройства вниз по частоте. Данный эффект подтверждён результатами измерений. Введение такого параметра, как угол травления металлизации (Etch Angle), в будущих версиях Microwave Office ожидаемо должно привести к увеличению сходимости результатов макетирования и моделирования.

Некоторые несоответствия между результатами моделирования и макетирования можно отнести к тому, что при моделировании не были учтены моменты корпусированного испол-

нения МШУ и размещения разъемов в корпусе МШУ.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Karson P.* Высокочастотные усилители. – М.: Радио и связь, 1981.
2. *Gonzalez G.* Microwave Transistor Amplifiers: Analysis and Design (2nd Edition). – ISBN 978-0132543354, 1996.
3. NI AWR Design Environment. Руководство по Microwave Office. – 2017.
4. NI AWR Design Environment. Model XML-list: http://downloads.awrcorp.com/weblibs/13_0/top_v13.xml
5. *Marion L. E.* A new criterion for linear 2-port stability using a single geometrically derived parameter / IEEE transactions on microwave theory and techniques. Vol. 40, № 12, December 1992. ©

НОВОСТИ МИРА

КАК УТЕКАЮТ БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Для идентификации личности и доступа к различным сервисам всё чаще используется биометрическая информация (отпечатки пальцев, изображение радужной оболочки глаза, слепок голоса и т.д.). Компрометация подоб-

ных сведений из централизованных хранилищ влечёт ещё более тяжёлые последствия, чем утечка классических персональных данных.

Крупнейшей мировой базой биометрических данных на сегодня считается UIDAI – система идентификации граждан и резидентов Индии. В ней содержится более миллиарда

уникальных персональных номеров AADHAAR, которые, в частности, служат для аутентификации в банках и при получении ряда государственных услуг. В мае 2017 года правительственные организации допустили утечку порядка 135 млн данных. По сведениям портала WikiLeaks, биометрической информацией миллионов индусов завладело ЦРУ. Американская спецслужба использовала технологию кибершпионажа, разработанную Class Match.

Хотя власти Индии неоднократно заявляли о безопасности данных UIDAI, в начале 2018 года национальное хранилище было скомпрометировано полностью.

Охоту за сведениями физиологического и биологического характера уже ведут хакерские группировки. Так, в прошлом году злоумышленники взломали сеть американской компании Avanti Markets, производителя киосков самообслуживания для приобретения закусок и напитков. Судя по всему, киберпреступники получили доступ не только к платёжным данным, но и к биометрической информации клиентов компании.

На Филиппинах в феврале 2017 года произошла утечка данных всех избирателей. В компьютере, который был украден из Комиссии по выборам, находилась биометрия (отпечатки пальцев) 55 млн граждан. Хотя данные были зашифрованы, нельзя исключать, что злоумышленники могли извлечь их.

Аналогичный инцидент ранее случился в Гане. Из избирательной комиссии похищены четыре компьютера с данными биометрической регистрации голосующих граждан. К счастью, технические специалисты избиркома сделали копии данных на USB-накопители.

Аналитический центр компании InfoWatch

Надёжные источники – успех миссии в космосе





CRANE
AEROSPACE &
ELECTRONICS
Interpoint®

БЕЗЛИЦЕНЗИОННАЯ ПОСТАВКА



SMRT Series™



SLH Series™



SMTR Series™



MFP Series™

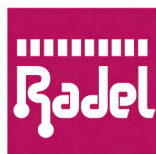
- Уровень дозовой стойкости 30, 50 и 100 крад
- Стойкость к воздействию заряженных частиц с ЛПЭ до 86 МэВ·см²/мг
- Высокая удельная мощность

Продукция Interpoint® уровня качества Space

www.inter-pro.net
interpro@embedded.ru



Реклама

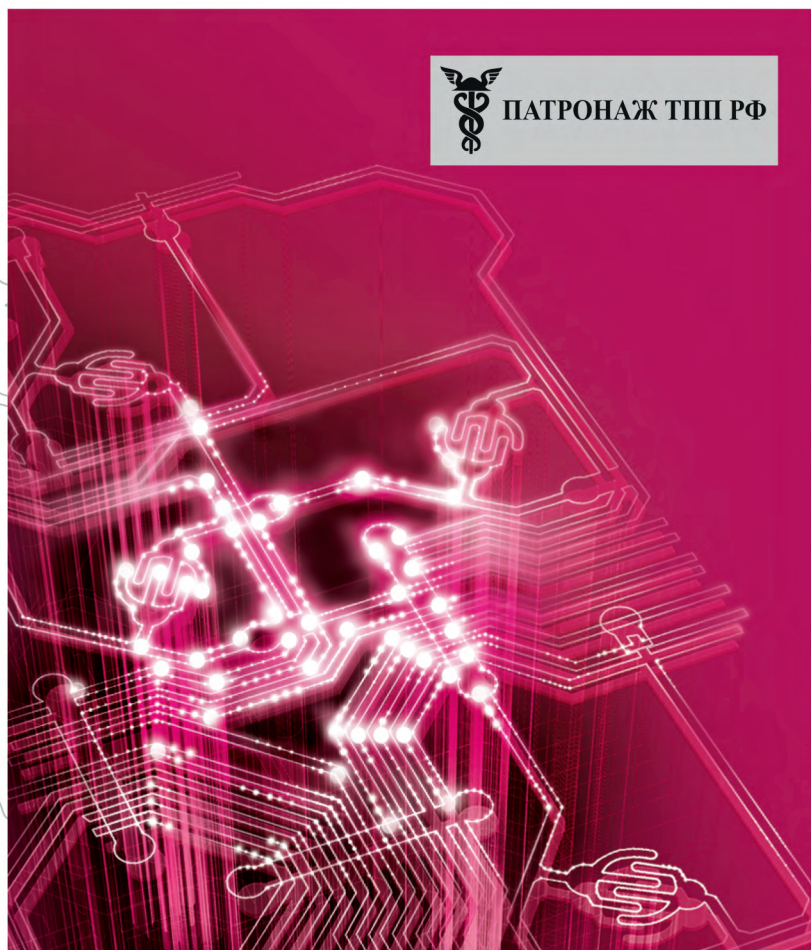


РАДИОЭЛЕКТРОНИКА И ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

XVIII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА



ПАТРОНАЖ ТПП РФ



- Электронные компоненты
- Комплектующие
- Печатные платы
- Светотехника
- Материалы
- Конструктивы
- Робототехника
- Технологии
- Промышленное оборудование и инструменты
- Контрольно-измерительные приборы и лабораторное оборудование

Организатор выставки: <http://radelexpo.ru/>



тел.: +7 (812) 777-04-07
radel2@farexpo.ru

18 – 20 сентября 2018

КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»,
Петербургское шоссе 64/1, павильон F

Проектирование цифровых фильтров малой разрядности с целочисленными коэффициентами

Никита Морозов, Владимир Бугров (bug@rf.unn.ru)

В статье рассматриваются вопросы моделирования и синтеза цифровых фильтров малой разрядности с учётом возможностей их реализации на цифровых платформах с целочисленной арифметикой вычислений, осуществляется постановка задачи многофункционального синтеза фильтров методами целочисленного нелинейного математического программирования, иллюстрируется эффективность применения данного подхода на примерах решения задач синтеза полосно-пропускающих КИХ- и БИХ-фильтров минимальной разрядности целочисленных коэффициентов, а также проводится анализ характеристик синтезированных фильтров.

ВВЕДЕНИЕ

Совокупное качество цифрового фильтра определяется как его селективной способностью, так и быстродействием, то есть минимальным временем расчёта отклика при реализации на заданной цифровой платформе. Под селективной способностью при этом обычно понимают возможность удовлетворения совокупности требуемых характеристик фильтра в частотной области. КИХ-фильтры, как известно, имеют относительно низкую селективную способность, когда для реализации частотной характеристики сложной формы с резкими срезами требуется импульсная характеристика с большим числом отсчётов, что определяет и большой объём цифровых вычислений для расчёта отклика фильтра. Рекурсивные же БИХ-фильтры, являясь дискретными системами с обратной связью, обладают значительно большими селективными возможностями и позволяют реализовать требуемые частотные характеристики значительно меньшим порядком фильтра. При этом к основным факторам, определяющим быстродействие, относятся, прежде всего, арифметика вычислений и длина слова коэффициентов (разрядность) цифрового фильтра.

Обзор публикаций по классическим методам проектирования КИХ-фильтров показывает, что в настоящее время преобладает их аналитический расчёт с применением взвешивания с помощью окна, частотной выборки, оптимального (по Чебышеву) метода [1] и некоторых других подходов к синтезу КИХ-фильтров с конечной дли-

ной слова коэффициентов [2, 3] при использовании в алгоритмах цифровой фильтрации вещественной арифметики вычислений в формате с фиксированной или плавающей точкой. Для БИХ-фильтров в настоящее время преобладает косвенное их проектирование по аналоговому прототипу с применением метода билинейного преобразования [1] либо различных подходов, на нём базирующихся [4], при использовании в алгоритме фильтрации также вещественной арифметики вычислений. Вещественный формат представления данных вынуждает квантовать их значения, что при малой разрядности коэффициентов приводит к существенному искажению частотных характеристик и появлению шумов квантования, а для рекурсивных фильтров – также и к возможности появления малых предельных циклов при квантовании результатов внутренних вычислений. К тому же проектное решение в вещественных числах может быть реализовано только на специализированных сигнальных процессорах, тогда как наиболее перспективная на сегодняшний день программируемая логика, а также микропроцессорные контроллеры требуют принципиально целочисленных проектных решений, целочисленной арифметики вычислений. Вопросам квантования при аналитическом расчёте как КИХ-, так и БИХ-фильтров посвящено много работ. В целом можно отметить, что при высоком порядке фильтра весьма существенные трудности возникают уже при квантовании вещественных данных до 7–8 бит.

Однако возможность прямого синтеза цифровых фильтров непосредственно в целочисленном пространстве состояний может быть предоставлена методологией целочисленного нелинейного программирования (ЦНП), описание которой приведено в работах [5, 6]. Под пространством состояний в данном случае понимается, прежде всего, многомерное пространство целочисленных параметров (коэффициентов) цифрового фильтра, входных x_n и выходных y_n сигналов – целочисленных временных последовательностей, а также базовые целочисленные операции над данными в алгоритме цифровой фильтрации. Естественно, целочисленные операции на любой цифровой платформе выполняются значительно быстрее, чем операции вещественных вычислений. Число тактов центрального процессорного устройства, необходимых для реализации базовых целочисленных операций, существенно меньше. Например, для микроконтроллерного процессора C8051F120, имеющего возможность работать как с целочисленным, так и с вещественным форматом представления данных, базовые операции сложения реализуются в семь раз быстрее, а операции умножения более чем в четыре раза быстрее для целочисленной арифметики в сравнении с вещественными вычислениями.

Идеология ЦНП позволяет эффективно проектировать целочисленные цифровые фильтры (ЦЦФ) с заданной разрядностью представления данных и максимальным выполнением требований к совокупности частотных характеристик фильтра при произвольной форме их задания. В настоящее время в общей номенклатуре коммерческих цифровых платформ существенную долю занимают 8-разрядные цифровые платформы с целочисленной арифметикой вычислений. При реализации высокоскоростных ЦЦФ на специализированных платформах или на кристалле разрядность представления данных может быть ещё ниже (до 4 или даже до 3 бит), а снижение разрядности данных даже на 1 бит может сэкономить до 50%

оперативной памяти при существенном уменьшении времени расчёта отклика фильтра [7]. В связи с этим для высокоскоростных фильтров на кристалле разрядность представления данных во многом является определяющим фактором.

В данной статье рассматривается возможность решения задач синтеза полосно-пропускающих целочисленных КИХ- и БИХ-фильтров минимальной разрядности представления данных компьютерным пакетом ЦНП (версии 3.1). Эти примеры иллюстрируют принципиальные возможности многофункционального проектирования цифровых систем численными методами дискретного программирования. В настоящее время на практике наиболее часто используется построение БИХ- и КИХ-фильтров в форме каскадного соединения звеньев второго порядка, при этом синтез полосовых фильтров осуществлялся как по критерию требуемой полосовой селективности, так и по критерию обеспечения возможной линейности фазы в полосе пропускания фильтра. Таким образом, целевая функция в приведённых ниже проектных задачах формировалась в виде взвешенной суммы двух частных целевых функций $f_{\text{АЧХ}}(IX)$ и $f_{\text{ФЧХ}}(IX)$, обеспечивающих выполнение требований амплитудной селекции фильтра и линейности его фазы соответственно:

$$F(IX) = \beta_1 f_{\text{АЧХ}}(IX) + \beta_2 f_{\text{ФЧХ}}(IX) \quad (1)$$

Можно заметить, что часто требование линейности фазочастотной характеристики заменяется эквивалентным ему требованием постоянства группового времени запаздывания (ГВЗ) в рабочем диапазоне фильтра. Коэффициенты β_i определяют значимость (вес) характеристики, а сами частные целевые функции формирует функциональный редактор пакета синтеза по критерию минимума среднеквадратичного отклонения:

$$f_i(IX) = \sqrt{\frac{1}{p} \sum_{n=1}^p \left[Y_n(IX) - Y_n^T \right]^2} \quad (2)$$

где $Y_n(IX)$ – текущее значение характеристики фильтра на n -й дискретной частоте диапазона определения, а Y_n^T – требуемое значение частотной характеристики.

Часто ради экономии времени расчёта в соотношении (2) корень не извлекают и осуществляют синтез по ненормированному квадратичному критерию:

$$f_i(IX) = \sum_{n=1}^p \left[Y_n(IX) - Y_n^T \right]^2 \quad (3)$$

Как известно, в каскадных формах построения цифровых фильтров необходима процедура масштабирования сигнала, то есть равномерной раскладки усиления по каскадам. Это позволяет фильтру работать в широком динамическом диапазоне входных сигналов. Однако в каскадных ЦЦФ расчёт такого масштабирования целочисленного звена легче осуществлять не применением L_p -нормы, а прямым введением требования обеспечения малого разброса коэффициентов передачи отдельных звеньев при синтезе фильтра [6]. Как показывает практика, существенного сужения динамического диапазона фильтра не происходит, если максимальные коэффициенты передачи его каскадов различаются не более чем в 5–7 раз. При более грубом покаскадном масштабировании сужение динамического диапазона становится заметным. Формально требования масштабирования сигнала записываются двусторонними функциональными ограничениями экстремальных задач ЦНП-синтеза.

В общем виде постановка задачи целочисленного нелинейного программирования при машинном синтезе рекурсивных и нерекурсивных ЦЦФ с заданной разрядностью представления данных рассмотрена в [5, 6]. При этом для численного решения экстремальных задач проектирования ЦЦФ используется эффективный метод синтеза с поиском глобального экстремума на дискретной сетке кода Грея [8]. Данный метод адаптирован к поиску решений в режиме дискретного целочисленного представления многомерной области поиска. Вектор IX^0 , минимизирующий скалярную целевую функцию $F(IX)$ на множестве допустимых целочисленных решений, является Парето-эффективным решением задачи синтеза малоразрядного ЦЦФ по совокупности противоречивых характеристик.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И СИНТЕЗ ПОЛОСОВОГО БИХ-ФИЛЬТРА МАЛОЙ РАЗРЯДНОСТИ

Передачная функция для рекурсивного ЦЦФ, состоящего из каскадного соединения m -звеньев второго порядка ($m=N/2$, где N – общий порядок фильтра), имеет следующий вид [5]:

$$H(z) = \prod_{i=1}^m \frac{b_{0i} + b_{1i} \times z^{-1} + b_{2i} \times z^{-2}}{a_{0i} + a_{1i} \times z^{-1} + a_{2i} \times z^{-2}} \quad (4)$$

где комплексная переменная z при переходе к описанию частотной характеристики $K(e^{j\omega}) = |K(e^{j\omega})| \cdot e^{j\varphi(\omega)}$ принимает значение $z = e^{j\omega}$, а $\omega = 2\pi f/f_s$ – цифровая частота.

Все коэффициенты системной функции (4) являются целочисленными, а их интервал изменения определяется заданной длиной битового слова (разрядностью) коэффициентов фильтра. Из соотношения (4) легко получается разностное уравнение для одного звена целочисленного БИХ-фильтра:

$$y_n = \left(b_0 \times x_n + b_1 \times x_{n-1} + b_2 \times x_{n-2} - a_1 \times y_{n-1} - a_2 \times y_{n-2} \right) / a_0 \quad (5)$$

где x_n, y_n – входная и выходная целочисленные временные последовательности, a_0 – нормирующий множитель.

Как видно из (5), при вычислении отклика фильтра должна выполняться операция деления на целочисленный коэффициент a_0 , которая может быть реализована операцией побитового сдвига при условии принадлежности каждого i -го коэффициента биномиальному целочисленному ряду (ряду степеней числа 2):

$$a_{0i} \in \left\{ 2^q \right\}, q = 0, W_k - 1, i = 1, m \quad (6)$$

где W_k – длина битового слова целочисленных коэффициентов, включая знак.

На рисунке 1 приведена типичная структура звеньев рекурсивного целочисленного фильтра, соответствующая разностному уравнению (5). Как видно, при вычислении отклика фильтра, кроме традиционных операций сложения, умножения и задержки на такт, присутствует операция сдвига на $B = \log_2 a_0$ бит, с помощью которой реализуется целочисленное деление на биномиальный нормирующий коэффициент a_0 .

Как известно, рекурсивный фильтр будет устойчив, если все полюсы p_i передаточной функции проектируемо-

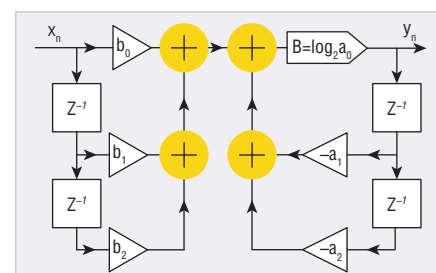


Рис. 1. Структура звена рекурсивного ЦЦФ

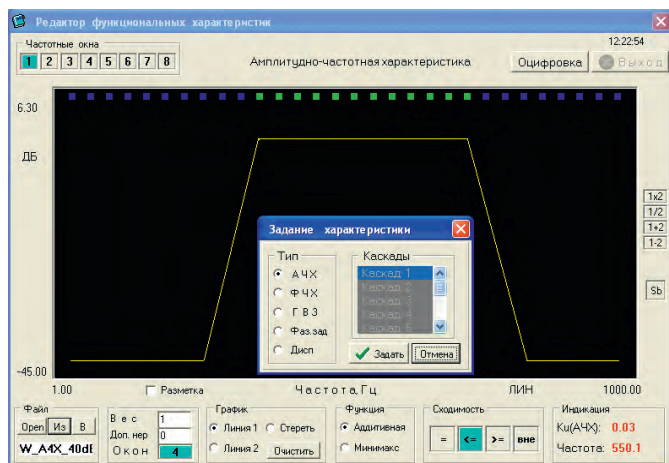


Рис. 2. Ввод требуемой АЧХ полосового фильтра

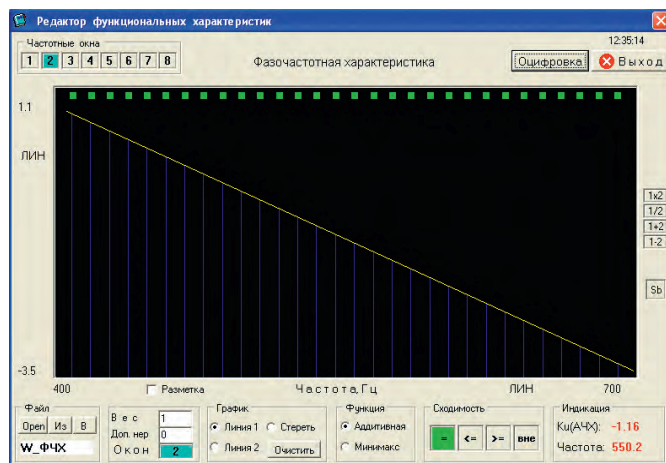


Рис. 3. Ввод требуемой ФЧХ в полосе пропускания фильтра

го БИХ-фильтра удовлетворяют следующему условию:

$$|Z_{p_i}| < r_{\max}, \quad (7)$$

где $r_{\max}$ – допустимый максимальный радиус полюсов передаточной функции фильтра в z -плоскости, при котором в системе не возникают предельные циклы [5].

Так, в пакете ЦНП 3.1 возможно задание следующей линейки значений максимальных радиусов полюсов при решении конкретной проектной задачи: $r_{\max} = \{1, 0, 98, 0, 9, 0, 82 \text{ и } 0, 75\}$. Как показала практика, при синтезе с меньшим значением максимального радиуса практически всегда удаётся получить проектное решение без предельных циклов того или иного рода, хотя селективная способность фильтра при этом, естественно, снижается.

Что касается результатов необходимых для расчёта отклика ЦЦФ промежуточных вычислений, то все они также являются целочисленными, а результат умножения целых чисел (например, текущего цифрового отсчёта и коэффициента фильтра) полностью детерминирован и не требует квантования для реализации на цифровой платформе с заданной разрядностью W_k представления коэффициентов. При заданной битовой разрядности квантования входного сигнала W_x достаточно выделить внутренний аккумуляторный регистр с разрядностью $W_{ak} = W_x + W_k + 2$ [бит] для хранения результата целочисленного умножения с накоплением (МАС), осуществляемого по алгоритму (2). Колебаний переполнения, то есть возникновения больших предельных циклов, вызванных переполнением разрядной сетки регистра-аккумулятора, при таком расчёте его разрядности практически никогда не возникает, особенно если

учесть, что накопление результата целочисленного умножения в (2) осуществляется алгебраически, с учётом знака слагаемых, что существенно понижает разрядность результата. В алгоритме расчёта отклика целочисленного звена единственным случайным процессом (т.е. источником шума) является операция нормировки, деления на биномиальный множитель a_0 , которая, как показано выше, реализуется регистровым сдвигом вправо на $B = \log_2 a_0$ бит с потерей данных в младших разрядах. Таким образом, в целочисленном фильтре на каждое звено приходится по одному источнику шума, своим происхождением обязанному операции сдвига [6]. В цифровых же платформах с вещественной арифметикой вычислений представление результата умножения вещественных чисел конечным числом разрядов носит стохастический характер и, естественно, требует процедуры квантования, результатом которой и является стохастический шум квантования.

Синтез рекурсивного полосно-пропускающего фильтра (ППФ) высокого порядка в целочисленном пространстве параметров с учётом заданного радиуса полюсов его передаточной функции в z -плоскости осуществлялся по следующему техническому заданию:

1. Полоса пропускания – 0,2...0,35 (здесь и далее в шкале относительных частот f/f_s , где f_s – частота дискретизации входного сигнала).
2. Коэффициент передачи в полосе пропускания – 0 дБ с допуском ± 1 дБ.
3. Нелинейность фазы в полосе не выше 3° .
4. Уровень подавления на частотах ниже 0,1 и выше 0,45 не менее 40 дБ.
5. Разрядность (длина слова коэффициентов W_k) – 4 бита, включая знак.
6. Порядок рекурсивного фильтра – 20.

7. Максимально допустимый радиус полюсов – 0,9.

8. Масштабирование коэффициентов передачи звеньев в интервал $\{1-3\}$.

Относительно целевой функции (1) задача целочисленного программирования для многофункционального синтеза рекурсивного ППФ в форме каскадного соединения 10 звеньев прямой формы второго порядка записывалась так:

$$F^0(IX^0) = \min F(IX), IX \in I^{50}, \quad (8)$$

$$-7 \leq a_{di}, b_{di} \leq 7, i = \overline{1, 10}, \quad (9)$$

$$a_{0i} = 8, i = \overline{1, 10}, \quad (10)$$

$$|Z_{pj}| < 0,9, \quad (11)$$

$$1, 0 \leq |K_i(e^{j\omega})| \leq 3, 0; i = \overline{1, 10}. \quad (12)$$

Таким образом, итоговая минимизация целевого функционала по сценарию динамического программирования [6] осуществлялась на 50-мерном целочисленном пространстве 4-битовых параметров в допустимой области (9) при выполнении функциональных ограничений устойчивости фильтра (11) по всем полюсам передаточной функции с радиусами, не превышающими 0,9 в z -плоскости, и при масштабировании (12) коэффициентов усиления звеньев в заданный интервал.

Для ввода структуры ППФ в программу использовался встроенный топологический редактор ЦНП-пакета, позволяющий сформировать файл исходных данных к решению конкретной задачи синтеза с указанием порядка фильтра, числа варьируемых коэффициентов, их начальных значений и границ изменения, а также возможного дублирования коэффициентов в случае необходимости. Примеры ввода требуемой АЧХ и ФЧХ филь-

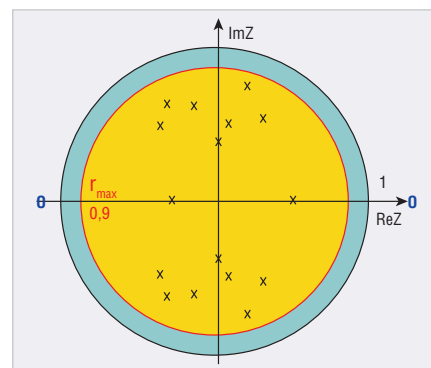
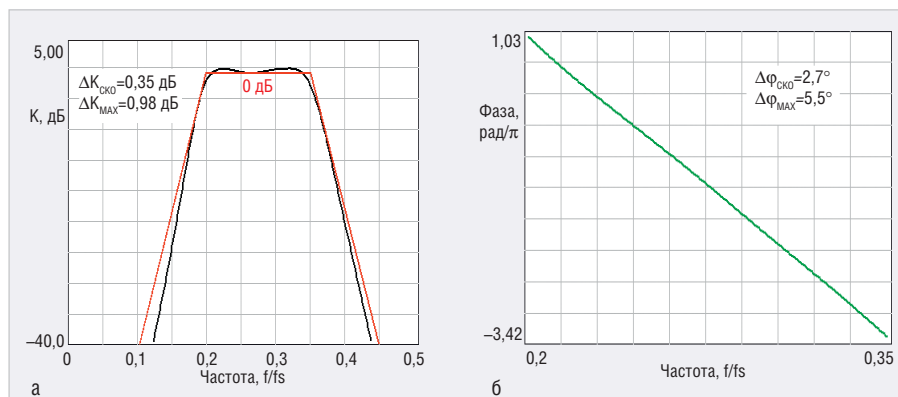


Рис. 5. Фиксация границы максимального радиуса полюсов в z-плоскости

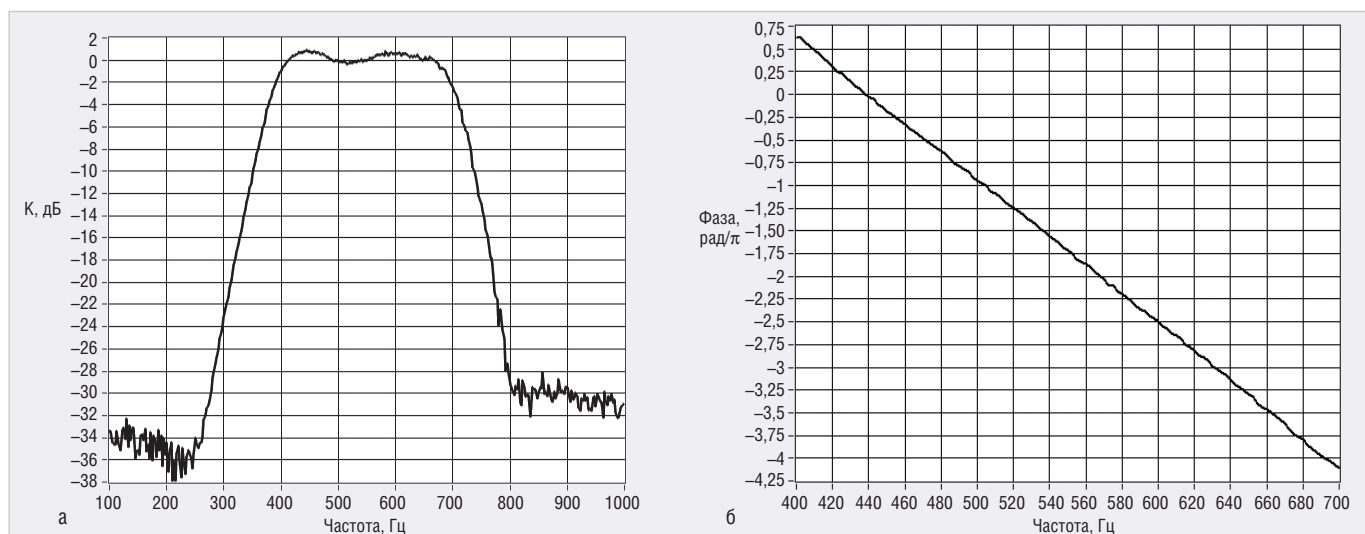


Рис. 6. Экспериментальные измерения: а) АЧХ; б) ФЧХ в полосе пропускания

тра в модуле функционального редактора пакета синтеза представлены на рисунках 2 и 3 соответственно. При вводе обычно широко используется фрагментация характеристик фильтра, когда важные их участки выделяются в отдельные функциональные окна для обеспечения их детальной проработки в ходе синтеза.

В таблице 1 (см. дополнительные материалы к статье на сайте www.soel.ru) приведены оптимальные значения целочисленных 4-битовых коэффициентов передаточной функции по синтезу с одинаковой значимостью ($\beta_1 = \beta_2$) требований к АЧХ и ФЧХ проектируемого фильтра, а графики его частотных характеристик представлены на рисунке 4.

Что касается оценки фазовой нелинейности в полосе пропускания синтезированного рекурсивного ППФ, то по критерию влияния на форму выходного сигнала корректно применение аддитивной среднеквадратичной оценки (СКО) фазовых искажений:

$$\Delta\phi_{\text{ско}} = \sqrt{\frac{1}{p} \sum_{n=1}^p \left[\phi_n(\text{IX}) - \phi_n^L \right]^2}, \quad (13)$$

а не их оценки по критерию максимальной ошибки

$$\Delta\phi_{\text{max}} = \max_n |\phi_n(\text{IX}) - \phi_n^L|,$$

где $\phi_n(\text{IX})$ – текущее значение ФЧХ на n-й дискретной частоте интервала оценки, а ϕ_n^L – требуемое значение линейной ФЧХ.

Это следует непосредственно из преобразования Фурье, которое определяет именно аддитивное влияние фазового и амплитудного спектра всех гармоник обрабатываемого сигнала на искажение его формы. Высокое значение максимальной ошибки далеко не всегда определяет сильное искажение формы выходного сигнала при фильтрации, а вот высокое значение СКО вполне его подтверждает. Поэтому в дальнейшем для оценки фазовой нелинейности, а также неравномерности АЧХ в полосе пропускания фильтра будет применяться оценка по критерию (20), хотя и максимальная ошибка будет также приводиться. В данном случае среднеквадратичные неравномерность АЧХ и нелинейность ФЧХ в полосе пропускания 4-битово-

го ППФ были равны $\Delta K_{\text{ско}} = 0,35$ дБ и $\Delta\phi_{\text{ско}} = 2,7^\circ$ соответственно.

На рисунке 5 приведено распределение полюсов передаточной функции ППФ в z-плоскости с указанием заданной границы (11) допустимого максимального радиуса полюсов $r_{\text{max}} = 0,9$. Так как некоторые нули передаточной функции выходят за границы единичной окружности, то синтезированный 4-битовый ППФ не является строго минимальнофазовой дискретной системой.

Практическая реализация фильтра осуществлялась на многофункциональном микроконтроллере MSP430F1611 фирмы Texas Instruments с целочисленным RISC-ядром. Измерение частотных характеристик фильтра осуществлялось на реальном сигнале с помощью автоматизированной панорамной системы, разработанной в среде виртуальных приборов LabVIEW. Экспериментальные графики частотных характеристик фильтра на всём интервале Найквиста для частоты дискретизации $f_s = 2$ кГц приведены на рисунке 6.

В связи с тем что выходной сигнал снимался непосредственно с ЦАП

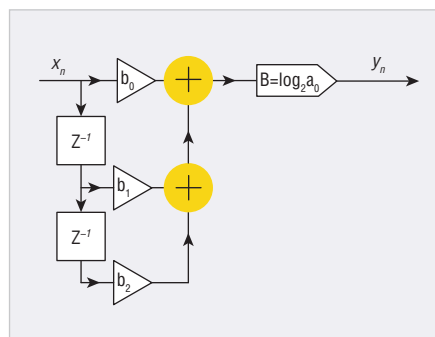


Рис. 7. Структура целочисленного КИХ-звена

микроконтроллера, наблюдается некоторое возрастание шумов измерения вблизи частоты Найквиста, где эффекты квантования входного аналогового сигнала наиболее выражены. Анализ выходного сигнала при нулевом входе показал, что предельные циклы при максимальном радиусе полюсов 0,87 в синтезированном ППФ отсутствуют. Таким образом, все функциональные требования по ЦНП-синтезу 4-разрядного рекурсивного ППФ были выполнены.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И СИНТЕЗ ПОЛОСОВОГО КИХ-ФИЛЬТРА МАЛОЙ РАЗРЯДНОСТИ

Передаточная функция целочисленного КИХ-фильтра, состоящего из каскадного соединения m -звеньев второго порядка ($m=N/2$), имеет следующий вид [6]:

$$H(z) = \prod_{i=1}^m \frac{b_{0i} + b_{1i} \times z^{-1} + b_{2i} \times z^{-2}}{a_{0i}}$$

откуда легко получается разностное уравнение для одного целочисленного КИХ-звена:

$$y_n = \frac{(b_0 \times x_n + b_1 \times x_{n-1} + b_2 \times x_{n-2})}{a_0}, \quad (14)$$

На рисунке 7 приведена структура целочисленного КИХ-звена второго порядка, соответствующая уравнению (14). Как видно, кроме традиционных операций сложения, умножения и задержки на такт, также присутствует операция сдвига на $B = \log_2 a_0$ бит, с помощью которой, как уже сказано, реализуется целочисленное деление на биномиальный нормирующий коэффициент a_0 . Таким образом, при расчёте отклика фильтра используется минимальное количество базовых операций, причём все эти операции целочисленные, что определяет существенное повышение быстродействия фильтра при работе в реальном времени.

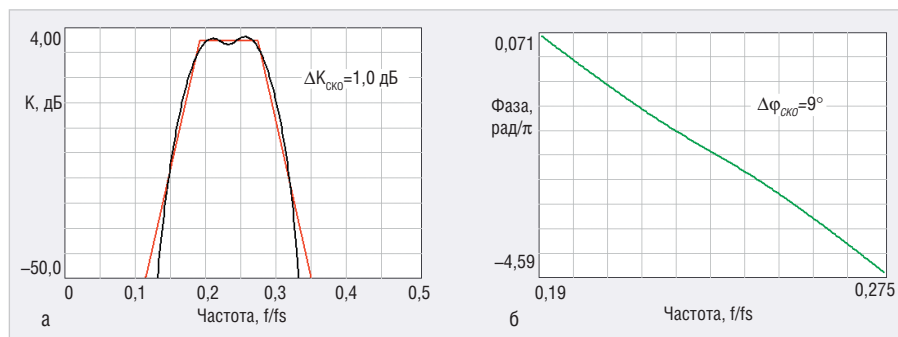


Рис. 8. Характеристики КИХ-ППФ по синтезу: а) АЧХ; б) ФЧХ в полосе пропускания

Далее показана возможность синтеза пакетом ЦНП 3.1 и каскадных целочисленных КИХ-фильтров минимальной разрядности представления данных. Синтез 4-битового ППФ высокого порядка в целочисленном пространстве параметров осуществлялся по следующим требованиям:

1. Полоса пропускания фильтра – 0,19...0,275 в шкале f/fs .
2. Коэффициент передачи в полосе пропускания – 0 дБ с допуском $\pm 1,0$ дБ.
3. Нелинейность фазы в полосе не выше 10° .
4. Уровень подавления на частотах ниже 0,12 и выше 0,35 не менее 50 дБ.
5. Длина слова коэффициентов W_k – 4 бита, включая знак.
6. Общий порядок КИХ-фильтра – 56.
7. Масштабирование коэффициентов передачи звеньев в интервал $\{0,8...2,0\}$.

Требуемая АЧХ фильтра приведена на рисунке 8а (выделена красным цветом). При синтезе ППФ по сценарию динамического программирования и целевой функции (1) весовые коэффициенты оконных целевых функций определялись практически в ходе решения следующей экстремальной задачи целочисленного программирования:

$$F^0(IX^0) = \min F(IX), \quad IX \in I^{84}, \quad (15)$$

$$-7 \leq b_{di} \leq 7, \quad i = \overline{1, 28}, \quad (16)$$

$$a_{0i} = 8, \quad i = \overline{1, 28}, \quad (17)$$

$$0,8 \leq |K_i(e^{j\omega})| \leq 2,0, \quad i = \overline{1, 28}, \quad (18)$$

Экстремальная задача синтеза (15) записана относительно целочисленного пространства параметров (коэффициентов КИХ-фильтра) размерностью 84. Ограничения (16) задают границы изменения этих целочисленных коэффициентов, а соотношение (17) определяет принадлежность нормиру-

ющих коэффициентов a_{0i} биномиальному целочисленному ряду. Ограничения (18) масштабируют коэффициенты передачи звеньев в заданный интервал.

В таблице 2 (см. дополнительные материалы к статье на сайте www.soel.ru) приведены оптимальные значения целочисленных 4-битовых коэффициентов передаточной функции по синтезу полосового КИХ-фильтра, а также достигнутые значения коэффициентов усиления отдельных его звеньев. Графики частотных характеристик представлены на рисунке 8. Время решения данной задачи на стандартном персональном компьютере не превышало 10 минут. Состояние панели синтеза программы в точке целочисленного оптимума приведено на рисунке 9.

Как видно, среднеквадратичные неравномерность АЧХ и нелинейность ФЧХ в полосе пропускания 4-битового ППФ были равны $\Delta K_{\text{ско}} = 1$ дБ и $\Delta \phi_{\text{ско}} = 9^\circ$ соответственно. Процесс измерения в модуле анализа программы полосовой нелинейности ФЧХ фильтра отображён на рисунке 10.

На рисунке 11а приведено сравнение 4- и 14-битового ЦНП-решений по полосовому КИХ-фильтру, а на рисунке 11б – 4-битовое решение данной задачи методом окна в пакете MATLAB. Как видно, при квантовании до 4 бит селективные требования не выполняются как в полосе пропускания, так и в полосе непропускания ППФ.

Практическая реализация полосового КИХ-фильтра осуществлялась также на МК MSP430F1611. Графики экспериментальных частотных характеристик фильтра на всём интервале Найквиста для частоты дискретизации $fs = 1$ кГц (см. рис. 12) соответствуют данным синтеза с высокой точностью.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методы целочисленного нелинейного программирования являются эффек-

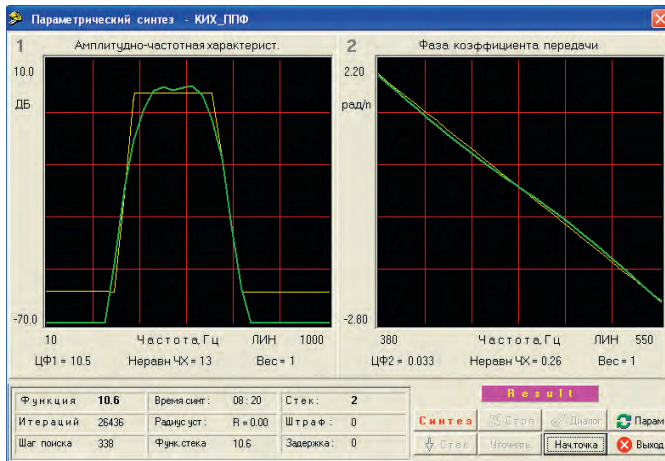


Рис. 9. Панель синтеза полосового КИХ-фильтра

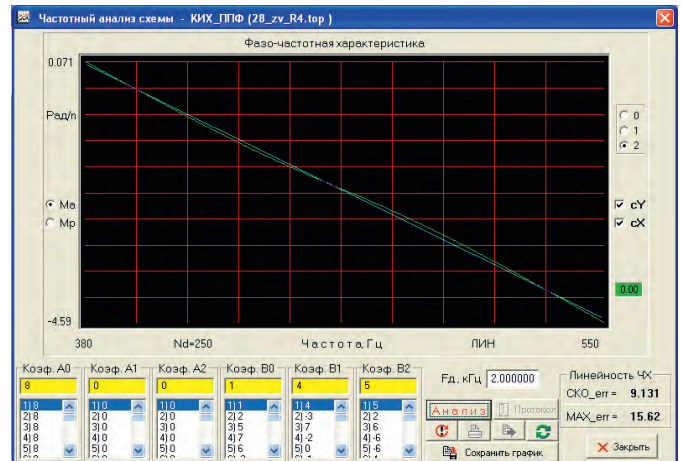


Рис. 10. Измерение линейности ФЧХ в полосе пропускания

тивным методом проектирования линейных цифровых фильтров. Классическое проектирование базируется, как известно, на аналитическом представлении функциональных зависимостей, начиная с аналитической аппроксимации требуемой частотной характеристики фильтра, что, естественно, приводит к чрезвычайной сложности аналитических вычислений даже в относительно простых проектных задачах. Если же необходимо реализовать некий сложный закон изменения характеристики, например фазы коэффициента передачи либо её производных (ГВЗ и дисперсии), то аналитический расчёт фильтра становится невозможным.

Принципиальная особенность ЦНП-синтеза состоит в применении современных численных методов машинного проектирования, позволяющих работать не с аналитическим, а с дискретным представлением характеристик проектируемого фильтра, когда требуемые и текущие характеристики фильтра табулированы с заданной

дискретностью их представления в частотной области и в вычислительной системе представлены двумерными массивами (векторами). Это, с одной стороны, даёт возможность рассчитывать с заданной точностью все требуемые характеристики фильтра (включая и дисперсионные характеристики) численными методами, с другой – делает возможным применение для синтеза технического решения эффективных поисковых методов дискретного программирования, позволяющих осуществлять проектирование непосредственно в целочисленном пространстве параметров. Критерием поиска при этом является соответствие текущего функционирования синтезируемого фильтра требуемому функционированию по совокупности частотных характеристик. Современные алгоритмические комплексы целочисленной минимизации позволяют решать такие проектные задачи надёжно и эффективно при выполнении всех внешних требований и ограничений к работе цифрового фильтра, что даёт возмож-

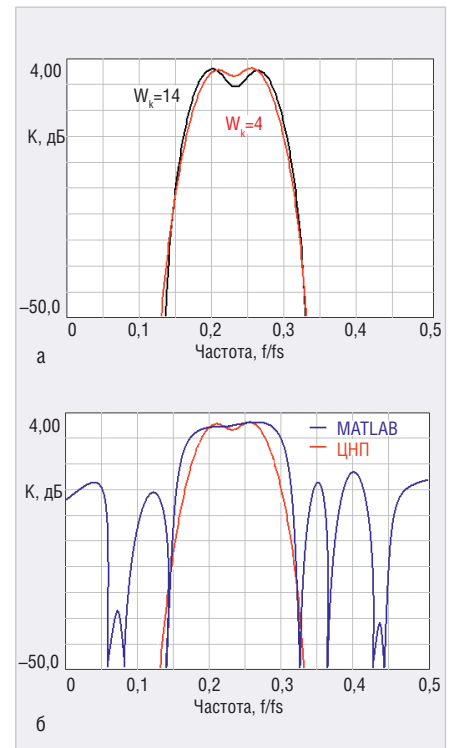


Рис. 11. Решения по полосовому КИХ-фильтру: а) АЧХ 4- и 14-битового ППФ; б) 4-битовое решение MATLAB

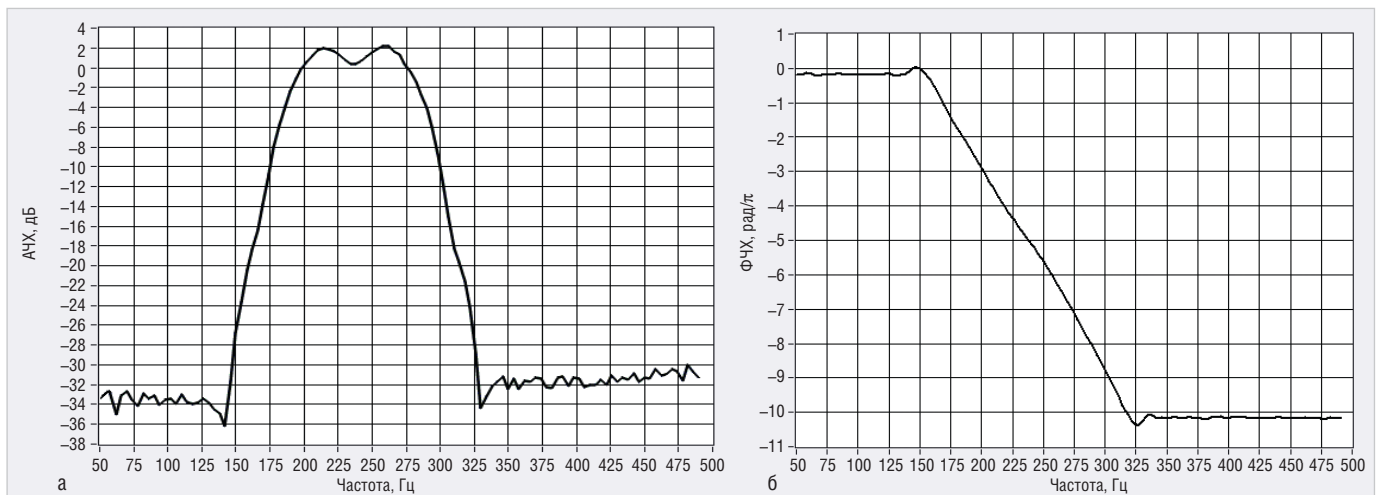


Рис. 12. Экспериментальные измерения 4-битового ППФ: а) АЧХ; б) ФЧХ

ность существенно повысить качество проектируемых фильтров и сократить время их разработки.

Из материалов, приведённых в статье, видны следующие преимущества синтеза цифровых фильтров численными методами ЦНП в сравнении с традиционными подходами:

Синтез осуществляется по совокупности требуемых частотных характеристик при произвольной форме их задания и заданной частотной шкале.

Имеется возможность проектирования фильтров с малой разрядностью представления данных (вплоть до 3 бит) непосредственно в целочисленном пространстве коэффициентов.

Для целочисленных БИХ-фильтров устойчивость решения гарантируется приоритетным выполнением функциональных условий устойчивости в процессе ЦНП-синтеза. При этом возможно задание требуемого максимального радиуса полюсов передаточной функции, что позволяет эффективно управлять добротностью проектируемого фильтра в случае возникновения малых предельных циклов.

Глобальная модельная идеология поиска определяет высокую надёж-

ность отыскания эффективного решения экстремальной задачи ЦНП. Хорошего начального приближения (прото-типа) здесь не требуется. Как правило, в проектных задачах со сложными селективными требованиями оптимальное решение определяется не из начальной точки, заданной пользователем, а из точки, сгенерированной самим поисковым алгоритмом решения задачи.

Необходимое масштабирование сигнала в каскадных структурах обеспечивается непосредственно в ходе ЦНП-синтеза целочисленного фильтра. Здесь нет необходимости использования косвенных приёмов масштабирования усиления применением, например, Lp-нормы.

Целочисленная дискретизация пространства параметров (коэффициентов) фильтра позволяет получать проектные решения в целых числах, что обеспечивает максимальное быстродействие при работе фильтра в реальном времени и снимает все ограничения по арифметике вычислений при его реализации на любых цифровых платформах (сигнальных процессорах, контроллерах, FPGA) с заданной разрядностью представления данных.

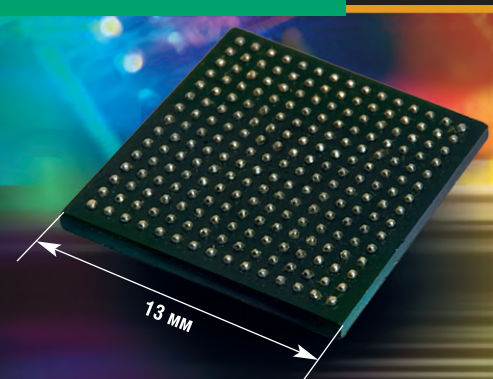
ЛИТЕРАТУРА

1. Айфичер Э., Джервис Б. Цифровая обработка сигналов: практический подход. – М.: ИД «Вильямс», 2004.
2. Fox T.W., Turner L.E. The design of peak-constrained least squares FIR filters with low-complexity finiteprecision coefficients // IEEE Trans. Circuits and Syst.: II. 2002. Vol. 49. № 2.
3. Nakayama K. A discrete optimization method for high-order FIR filters with finite wordlength coefficients // ICASSP. 1982. Vol. 1.
4. Мингазин А.Т. Синтез передаточных функций цифровых фильтров в области дискретных значений коэффициентов (обзор). Электронная техника. Сер. 10. 1993. № 1, 2.
5. Морозов Н.С., Бугров В.Н. Проектирование целочисленных цифровых БИХ-фильтров. Современная электроника. 2017. № 8.
6. Бугров В.Н. Целочисленные цифровые фильтры. Монография. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2017. – 156 с.
7. Dehner G. On the design Cauer filters with coefficients of limited wordlength. 1975. V. 26, № 4.
8. Воинов Б.С., Бугров В.Н., Воинов Б.Б. Информационные технологии и системы: поиск оптимальных, оригинальных и рациональных решений. – М.: Наука, 2007. 



НОВЫЙ

X86 МИКРОКОНТРОЛЛЕР RDC HB301



Основные достоинства

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

Области применения

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

Технические характеристики



Доступны набор для разработчиков и полный комплект технической документации

- 300 МГц 32-бит ядро (архитектура 80486SX)
- Двухпортовый хост-контроллер USB 2.0
- Контроллер PCI rev. 2.1
- 2 контроллера Fast Ethernet MAC
- Встроенный контроллер памяти DR/DDR/DDR2

- Интегрированная периферия
 - контроллер прерываний
 - контроллер DMA
 - таймеры
- 25 портов ввода-вывода общего назначения
- Поддержка Windows, DOS, Linux и других ОС



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

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



Реклама

POWER ELECTRONICS



15-я Международная выставка
компонентов и систем
силовой электроники

23–25 октября 2018

Москва, Крокус Экспо

Силовая Электроника

Ufi
Approved
Event

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



Реклама

Организатор
Группа компаний ITE
+7 (812) 380 6003/07/00
power@primexpo.ru

Подробнее о выставке
powerelectronics.ru

12+

Разработка GaAs mHEMT МИС МШУ Ки-диапазона частот на основе технологического процесса компании OMMIC

Алексей Кондратенко (kondratenkoaleks@gmail.com)

В статье представлены результаты разработки двух монолитных интегральных схем Ки-диапазона: малошумящего усилителя с интегрированным полосно-пропускающим фильтром, предназначенного для применения в приёмном тракте системы спутниковой связи, а также малошумящего усилителя широкого применения.

ВВЕДЕНИЕ

Создание монолитных интегральных схем (МИС) СВЧ, способных функционировать в условиях воздействия специальных факторов, а также их последующее массовое воспроизводство являются актуальными задачами в связи с развитием спутниковых систем на базе активных фазированных решёток (АФАР). Однако для России по-прежнему следует констатировать факт отсутствия перехода к сертификации технологических процессов изготовления МИС СВЧ в целом, что является более целесообразным и экономически выгодным в сравнении с проведением полных испытаний отдельных типов МИС. Европейские фабрики (такие как OMMIC и UMS) уже давно следуют данным курсом и обладают технологическими процессами, сертифицированными Европейским космическим агентством [1, 2].

В статье представлены результаты разработки двух МИС Ки-диапазона. Обе МИС разработаны на основе GaAs

mHEMT процесса D0071H компании OMMIC (Франция), выступившей в качестве технологического партнёра.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МИС

Первым приоритетным требованием к МИС МШУ являлось обеспечение основных параметров СВЧ (коэффициент усиления не менее 20 дБ, коэффициент шума не более 1,5 дБ, выходная мощность при сжатии коэффициента усиления на 1 дБ не менее 0 дБм) при общем токе потребления усилителя, не превышающем 25 мА. Исходя из этого был осуществлён выбор суммарной ширины затвора транзистора, а также рабочей точки каждого каскада.

Согласно [3] оптимальным усилителем для использования в сканирующих АФАР (либо в условиях изменения сопротивления генератора сигнала в широком интервале) является усилитель, у которого условия согласования по максимуму коэффициента передачи по мощности

и минимуму коэффициента шума совпадают. Таким образом, вторым приоритетным требованием к разрабатываемым усилителям ставилось обеспечение коэффициента шума не более требуемого при низком коэффициенте отражения от входа. Требование достигалось путём установки необходимой глубины обратной связи и ощущаемого сопротивления нагрузки первого каскада усилителя.

РЕАЛИЗОВАННЫЕ СХЕМОТЕХНИЧЕСКИЕ И ТОПОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Топология кристалла МИС МШУ с интегрированным ППФ (проект AM501) представлена на рисунке 1. Габаритные размеры кристалла – 2,5×1,8×0,1 мм.

МИС содержит два каскада на метаморфных транзисторах с высокой подвижностью электронов с интегрированными цепями согласования, коррекции амплитудно-частотной характеристики, а также ввода и блокировки питания. В обоих каскадах применено классическое для МШУ решение – последовательная обратная связь в виде высокоомного отрезка линии передачи в истоке транзистора.

Ввиду высокой крутизны передаточной характеристики транзистора процесса OMMIC D0071H и гарантии обеспечения работоспособности усилителя в условиях технологического разброса

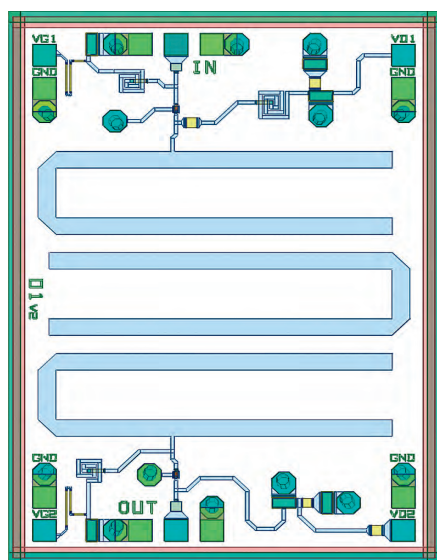


Рис. 1. Топология кристалла МИС AM501

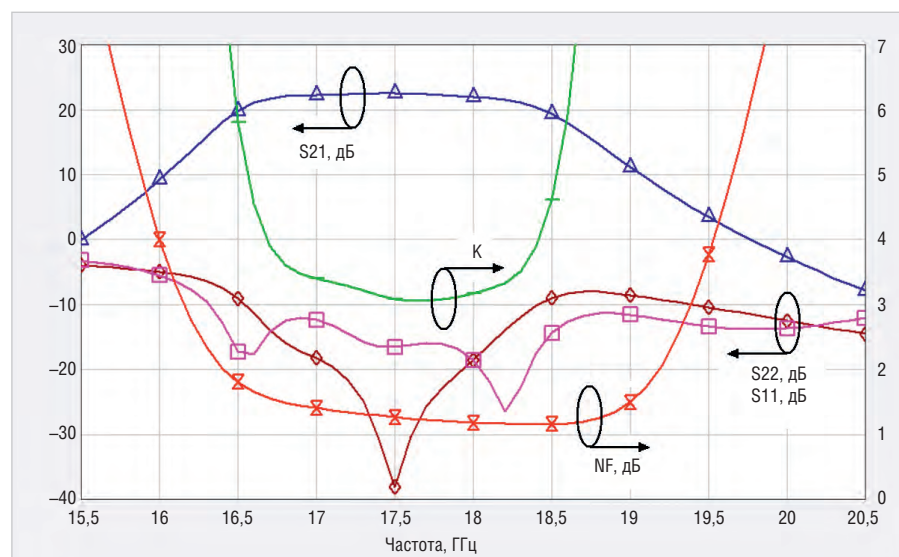


Рис. 2. Частотные характеристики МИС AM501

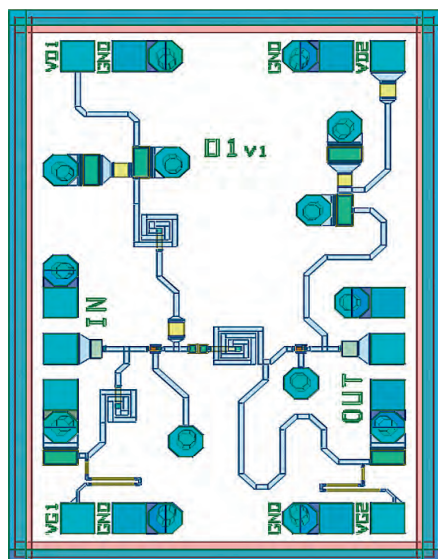


Рис. 3. Топология кристалла МИС AM502

параметров базовых элементов для организации требуемого режима работы по постоянному току в каждом каскаде не использовалась схема автосмещения, а была организована подача внешнего отрицательного напряжения смещения через высокоомный резистор.

Для формирования определённой на системном уровне частотной маски между каскадами усиления сигнала включён ППФ 3-го порядка на основе резонаторов типа «шпилька». Выбор данного типа резонаторов в составе фильтра позволяет обеспечить меньшие габариты кристалла МШУ в сравнении с реализацией ППФ на основе полуволновых резонаторов с боковой или торцевой связью. Использование четвертьволновых резонаторов не рассматривалось для исключения влияния переходных отверстий на АЧХ фильтра.

Расчётные частотные зависимости коэффициента усиления, коэффициента шума, модулей коэффициентов отражения от входа и выхода, а также инвариантного коэффициента устойчивости для МИС AM501 приведены на рисунке 2.

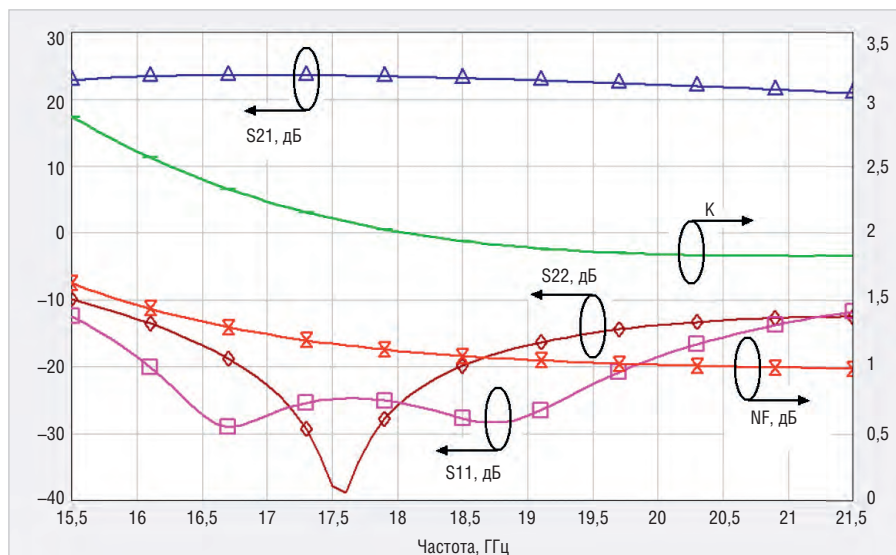


Рис. 4. Частотные характеристики МИС AM502

Для реализации МИС МШУ широкого применения (проект AM502) использованы те же основные принципы и схемотехнические решения, что и для проекта AM501, за исключением того, что объединение каскадов проведено посредством согласующей цепи, на которую частотно-селективные функции не возлагаются.

Топология кристалла МИС AM502 представлена на рисунке 3. Габаритные размеры кристалла составляют 1,25×1,8×0,1 мм.

Расчётные частотные зависимости коэффициента усиления, коэффициента шума, модулей коэффициентов отражения от входа и выхода, а также инвариантного коэффициента устойчивости для МИС AM502 приведены на рисунке 4.

Основные параметры обеих МИС МШУ приведены в таблице.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проектирование МИС малошумящих усилителей выполнено в системе автоматизированного проектирования NI AWR Design Environment. Качество библиотек модельных элементов процессов фабрики OMMIC, проверенные в

Основные параметры МИС МШУ

Наименование параметра	AM501	AM502
Диапазон рабочих частот, ГГц	17...18	16...21
Коэффициент усиления, дБ	>22	>21
Коэффициент шума, дБ	<1,5	<1,5
Выходная мощность P1dB, дБм	>4	>4
Коэффициент отражения от входа, дБ	<-12	<-10
Коэффициент отражения от выхода, дБ	<-17	<-10
Напряжение питания, В	1,6	1,6
Ток потребления, мА	23	23

процессе предыдущих проектов подходят к проектированию, а также стабильность выбранного технологического процесса позволяют рассчитывать на удовлетворительный результат после первой итерации изготовления МИС.

ЛИТЕРАТУРА

1. www.ommic.com
2. www.ums-gaas.com
3. Текшеев В.Б. Минимизация изменения коэффициента шума усилителя сканирующей приёмной активной фазированной антенной решётки. Электронная техника. Сер. СВЧ-техника. 1994. Вып. 2(462). С. 19–22.



НОВОСТИ МИРА

Новая САУ ГМК на базе контроллера Fastwel I/O

Линейка продукции ООО «Фирма «Калининградгазприборавтоматика», дочернего предприятия ПАО «Газпром автоматизация», пополнилась системой автоматического управления газомоторкомпрессором (САУ ГМК). Головные образцы систем применены на установке искусственного холода Вуктыльского газопромыслового управления ООО «Газпром добыча Краснодар».

САУ ГМК обеспечивает работу газомоторкомпрессора в автоматическом режиме, в том числе управление зажиганием и топливное регулирование. Контроль работы агрегата осуществляется персоналом из диспетчерского пункта и операторской. Кроме того, система оснащена местным постом управления во взрывобезопасном исполнении, размещённом непосредственно в машинном зале.

САУ ГМК является модификацией отечественной САУ ГПА «НЕМАН-Р-20» (ПТК «Неман-Р»), прошедшей приёмочные испытания ПАО «Газпром» в 2016 году.

Автоматика ГМК построена с применением отечественных модульных вычислителей Fastwel и распределённой системы ввода-вывода Fastwel I/O, предназначенных для работы в тяжёлых условиях эксплуатации.

Пресс-служба
ПАО «Газпром автоматизация»

НОВОСТИ МИРА

ИНТЕЛЛЕКТ – БУДУЩЕЕ ИТ

В 2003 г. писатель Ник Карр провозгласил, что ИТ стали общедоступным потребительским продуктом (наподобие электроснабжения или канцелярских принадлежностей), который сам по себе уже не даёт компаниям никаких стратегических преимуществ. За прошедшее с тех пор время облачные вычисления свели для бизнеса на нет всю оставшуюся стратегическую ценность традиционных ИТ-организаций.

Все барьеры для доступа практически исчезли. Важнейшие функции бизнеса сегодня обслуживаются бесплатными или недорогими, несложными для использования инструментами. Конкуренты имеют равный доступ к совершенно одинаковым технологиям и черпают кадры из общего пула способных ИТ-специалистов, которые всё чаще нанимаются со стороны.

В облачную эру стоимость перехода на новые инструменты определяется в основном культурными, а не финансовыми факторами. Вряд ли возможно одолеть конкурентов, только закупив лучшие канцтовары. То, за что сейчас идёт борьба, – это скорость. Чтобы победить, компании нужно добиться радикального выигрыша в эффективности, не имеющего себе равных с тех пор, как бизнес поставил на первое место цифровизацию. Такой выигрыш может дать искусственный интеллект (ИИ).

В то же время внедрение ИИ потребует времени и денег, однако это не будет совершенно новой категорией расходов. Все бюджетные расходы, относящиеся к ИТ, сегодня рациональнее переключить на ИИ. В том смысле, как их понимают в настоящее время, ИТ не исчезнут, но им предстоит стать частью более крупной стратегии, интегрированной в интеллектуальную систему. Технологии интеллекта при этом могут сыграть спасительную роль для возрождения стратегических функций ИТ.

На сегодняшний день у компаний имеется отличная возможность перекрыть брешь между амбициозными идеями ИИ и реальной практикой. Согласно недавнему отчёту Boston Consulting Group и MIT Sloan, только примерно одна из пяти компаний включила ИИ в некоторые предложения или процессы. Большинство опрошенных должностных лиц (60%) считают, что стратегия ИИ является срочной задачей для их организаций, но реально ею занимаются только 50%.

ИИ – действенный драйвер продуктивности, который может собирать, интерпретировать и использовать данные в масштабах, выходящих за пределы человеческих возможностей.

Чтобы в ближайшем будущем сохранить свою конкурентоспособность, компании

должны сделать шаг вперёд и обустроить инфраструктуру технологии интеллекта, сооружённую на уже имеющемся ИТ-фундаменте. Это подразумевает масштабную интеграцию автоматизации и прогнозирования на базе ИИ во всех подразделениях предприятия.

Чтобы это произошло, необходимо осуществить три шага:

1. Разобраться в деталях работы бизнеса и автоматизировать максимум возможного.
2. Использовать ИИ для сбора и интерпретации данных, позволяющих выявить, что и почему не работает.
3. Исходя из анализа, спрогнозировать, что и как можно улучшить, а затем автоматизировать этот процесс для постоянного совершенствования систем машинного обучения.

ИИ – последний бастион в достижении подлинной эффективности. Это самый быстрый и лёгкий путь покончить с рутинным трудом и высвободить силы для решения стратегических задач, исследований и разработок.

Внедрение новой инфраструктуры для конкурентной перестройки бизнеса под технологию интеллекта, как всегда в таких случаях, круто изменит повседневную работу организации. Чтобы добиться успеха, придётся преобразовать операции и культуру всей организации. Речь идёт о новых правилах игры – люди будут работать с машинами, а не на машинах.

По этой причине ИТ уже не смогут оставаться во владении лишь одного специального департамента. Любой сотрудник на любом уровне организации должен будет познакомиться с внутренним функционированием системы ИИ.

Службы по работе с клиентами и маркетинговые группы должны взаимодействовать с ИИ не меньше, если не больше, чем разработчики. Те работники, которые напрямую будут иметь дело с ИИ, первыми почувствуют его эффективность.

Конечным результатом станет освобождение организаций от ненужной повторяющейся работы. Как в своё время ИТ преобразовывали внутренние коммуникации и ручной труд, способствуя внедрению технологий и стратегических решений на базе информации, так и ИИ будет трансформировать рабочие места, бизнес, а также и ИТ в том виде, в котором они известны сейчас. В результате откроется больше возможностей для стратегических подходов, исследований и разработок – тех видов работы, с которыми лучше всего справляются люди. Чем быстрее компании осознают необходимость этого сдвига, тем больше у них будет преимуществ, поскольку ИИ вытесняет из нынешних ИТ.

www.itweek.ru

«РОСТЕЛЕКОМ» ПРЕДСТАВИЛ ПЕРВУЮ РАБОЧУЮ ВЕРСИЮ ЕДИНОЙ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

«Ростелеком» представил первую рабочую версию Единой биометрической системы – цифровой платформы, разработанной «Ростелекомом» по инициативе Министерства связи и массовых коммуникаций и Центрального банка РФ. Первая рабочая версия системы имеет все основные компоненты, позволяющие реализовать базовый функционал по распознаванию личности, и готова к интеграции с информационными системами банков.

Единая биометрическая система используется для идентификации два параметра – голосовой профиль и фотоизображение, что позволяет значительно увеличить точность распознавания живого человека. В системе используются решения ряда вендоров биометрического оборудования для каждого параметра идентификации. Открытая архитектура платформы позволяет быстро интегрировать решения новых вендоров и использовать оптимальные алгоритмы распознавания.

Защитные механизмы системы предусматривают отказ от идентификации в случае низкого процента совпадения с исходными биометрическими данными, которые хранятся в Единой биометрической системе. Цифровая платформа размещена в облачной защищённой инфраструктуре «Ростелекома», к которой банки получают доступ через специальные каналы связи Системы межведомственного электронного взаимодействия (СМЭВ).

Данные пользователя будут передаваться в Единую биометрическую систему по каналам связи, защищённым с использованием отечественных криптоалгоритмов. Для решения этой задачи «Ростелеком» разрабатывает специальное мобильное приложение со встроенными средствами криптографической защиты информации.

Запуск Единой биометрической системы в коммерческую эксплуатацию назначен на 1 июля 2018 года. На сегодняшний день уже более 20 российских банков приступили к тестированию системы. Полный перечень банков, которые будут использовать Единую биометрическую систему с момента её запуска в середине 2018 года, будет сформирован Центральным банком РФ.

В дальнейшем Единая биометрическая система сможет применяться в различных отраслях: финансовом секторе, здравоохранении, образовании, ритейле, e-commerce, для получения государственных и муниципальных услуг.

Пресс-служба компании
«Ростелеком»

ChipEXPO-2018

КОМПОНЕНТЫ | ОБОРУДОВАНИЕ | ТЕХНОЛОГИИ

16-я
МЕЖДУНАРОДНАЯ
ВЫСТАВКА
ЭЛЕКТРОНИКИ

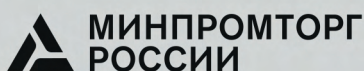
РОССИЯ | МОСКВА
ЭКСПОЦЕНТР

ТЕМАТИЧЕСКИЕ ЭКСПОЗИЦИИ

- Экспозиция предприятий радиоэлектронной промышленности России «Участники Федеральных целевых программ Минпромторга России»
- Экспозиция «Участники Конкурса «Золотой Чип»
- Экспозиция «Испытания и контроль качества ЭКБ»
- Экспозиция «Новинки производителей электронных компонентов»
- Экспозиция «Другая электроника»
- Экспозиция предприятий Зеленограда (Корпорация развития Зеленограда)
- Экспозиция предприятий АО «Росэлектроника»

17.10-
19.10

ОФИЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА



Реклама

www.chipexpo.ru

Верификация VHDL-описаний цифровых устройств, представленных в виде композиции управляющего и операционного блоков

Часть 2. Верификация на основе функционального покрытия

Николай Авдеев, Пётр Бибило (bibilo@newman.bas-net.by)

Во второй части статьи рассматривается функциональная верификация цифровых устройств, состоящих из управляющего и операционного блоков. Под такой верификацией понимается проверка выполнения всех переходов между внутренними состояниями, имеющихся в VHDL-модели управляющего блока, а для операционного блока – проверка использования значений входных операндов этого блока.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время возрастание сложности проектируемых систем, реализуемых на программируемых логических схемах типа FPGA и системах на кристалле, на передний план при проектировании выдвигает проблемы верификации, понимаемой как проверка соответствия высокоуровневых VHDL-моделей цифровых систем спецификациям на их разработку. Такая верификация реализуется на основе моделирования и требует создания сложных тестирующих программ, различных по назначению тестов и соответствующего управления тестированием [1]. Одним из направлений такой верификации является функциональная верификация, базирующаяся на генерации псевдослучайных тестовых наборов и функциональном покрытии. Для функциональной верификации VHDL-моделей цифровых систем предложена соответствующая методология, называемая OS-VVM (Open Source VHDL Verification Methodology) [2], некоторые аспекты которой описаны в [3].

Данная статья является продолжением статьи [4], в которой рассмотрена методика верификации VHDL-моделей цифровых устройств с использованием покрытия VHDL-кода, выполняемая в системе Questa Sim [3]. Для цифровых устройств, состоящих из управляющего и операционного блоков, под функциональной верификацией будет пониматься проверка выполнения всех имеющихся в VHDL-модели управляющего блока (автомата) переходов между внутренними состояни-

ми, как синхронных, так и асинхронных. Под функциональной верификацией операционного блока понимается проверка использования при моделировании некоторых либо всех значений каждого из операндов этого блока для каждого из состояний управляющего блока. В статье будет использоваться тот же пример цифрового устройства *system*, VHDL-описание которого приведено в [4].

Функциональная верификация конечных автоматов на основе покрытия VHDL-кода

Большим достоинством системы моделирования Questa Sim является то, что модель FSM (Finite State Machine) конечного автомата может быть верифицирована, если она написана по определённому шаблону: автомат должен иметь конечное число внутренних состояний, должны быть переменные текущего и следующего состояний, смена которых должна проходить по синхросигналу, при этом следующее состояние должно зависеть от текущего. Именно в таком виде записан конечный автомат *fsm*, являющийся управляющим блоком цифрового устройства *system* [4].

Средства (опции моделирования) с покрытием кода позволяют при компиляции VHDL-модели и её моделировании распознать в составе модели устройства конечный автомат *fsm*, входящий в состав проекта, отследить (учесть) все пройденные (в конкретном сеансе моделирования) состояния

конечного автомата и подсчитать число прохождений ориентированных дуг в графе переходов автомата *fsm*. Чтобы выполнить покрытие VHDL-кода, нужно провести компиляцию модуля *fsm* с установленными опциями (вызвать окно *Compile Properties*, в открывшемся окне установить флаг *Enable Finite State Machine Coverage* и другие флаги для выполнения покрытия VHDL-кода), после чего компиляция выполняется стандартным образом. Перед выполнением моделирования во вкладке *Start Simulation* → *Others* нужно установить флаг *Enable Code Coverage*, выполнить моделирование, например командой *Run all*, и получить временную диаграмму. Тестирующая программа для моделирования устройства *system* приведена в листинге 1. Результаты её выполнения будут анализироваться как для покрытия VHDL-кода управляющего автомата *fsm*, так и при анализе результатов функционального покрытия устройства *system*. Просмотр покрытия VHDL-кода автомата в графическом виде может быть выполнен несколькими способами. Первый способ состоит в нажатии левой клавишей мыши на сигнале *st*, который помечен на временной диаграмме (окно *Wave*) особым образом . Именно внутренний сигнал *st* (это и есть сигнал, задающий перечислимый тип внутреннего алфавита конечного автомата *fsm*) ассоциируется с автоматом. Нажав на сигнал *st*, можно увидеть граф переходов состояний автомата и соответствующую статистику переходов на выполненном тесте (см. рис. 1).

В окне можно переходить из состояния в состояние (вперёд либо назад), нажимая кнопку переднего и заднего фронтов, перед этим установив требуемый отсчёт времени. Например, можно установить нулевое время и провести моделирование согласно тесту, наблюдая в графическом виде за переходами между состояниями. Жёлтым цве-

Листинг 1

```

1 library IEEE;
2 use IEEE.std_logic_1164.all;
3 use IEEE.numeric_std.all;
4 use work.system_pkg.all;
5 library osvvm;
6 use osvvm.RandomPkg.all;
7 use osvvm.CoveragePkg.all;
8 entity system_tb is
9 end;
10 architecture cov_tb of system_tb is
11 component system
12 port (
13   clk : in std_logic_vector(1 to 4);
14   rst : in std_logic;
15   a, b : in std_logic_vector(3 downto 0);
16   'out : out std_logic_vector(7 downto 0));
17 end component;
18 signal x : std_logic_vector(1 to 4);
19 signal a, b : std_logic_vector(3 downto 0);
20 signal z : std_logic_vector(7 downto 0);
21 signal rst : std_logic_vector(0 downto 0);
22 signal st_cur : st_t;
23 signal clk : std_logic := '1';
24 signal start_sim : Boolean := false;
25 shared variable RndX : RandomPType;
26 shared variable RndA : RandomPType;
27 shared variable RndB : RandomPType;
28 shared variable RndRst : RandomPType;
29 shared variable CovCrossSAB : CovPType;
30 procedure coverage_model_init is
31 begin
32   -- инициализации модели покрытия
33   CovCrossSAB.SetName("State/A/B cross coverage");
34   CovCrossSAB.AddCross(
35     GenBin(st_t'POS(s1), st_t'POS(s6), 6)
36     GenBin(0) & GenBin(1, 14, 3) & GenBin(15);
37     GenBin(0) & GenBin(1, 14, 3) & GenBin(15));
38   CovCrossSAB.AddCross(ALL_ILLEGAL,
39     ALL_ILLEGAL, ALL_ILLEGAL);
40   end coverage_model_init;
41   procedure randomize_init is
42   begin
43     RndX.InitSeed(RndX.instance_name);

```

Листинг 1 (продолжение)

```

44 RndA.InitSeed(RndA.instance_name);
45 RndB.InitSeed(RndB.instance_name);
46 RndRst.InitSeed(RndRst.instance_name);
47 end randomize_init;
48 begin
49   dut : system
50   port map (x, clk, rst(0), a, b, z);
51   st_cur <=
52   <<signal .system_tb.dut.m1.state : st_t>>;
53   clk <=
54   '0' when not start_sim else
55   not clk after 10 ns;
56   WaveGen_Proc : process
57   begin
58     coverage_model_init;
59     randomize_init;
60     rst(0) <= '1';
61     start_sim <= true;
62     X <= RndX.RandSrv(X.length);
63     A <= RndA.RandSrv(A.length);
64     B <= RndB.RandSrv(B.length);
65     wait for 11 ns;
66     rst(0) <= '0';
67     for i in 0 to 10000 loop
68       wait until clk'event and clk = '0';
69       CovCrossSAB.iCover(
70         (st_t'POS(st_cur),
71         to_integer(unsigned(A)),
72         to_integer(unsigned(B))),
73         X <= RndX.RandSrv(X.length);
74         A <= RndA.RandSrv(A.length);
75         B <= RndB.RandSrv(B.length);
76         rst <= RndRst.DistValSrv(
77         ((0,100), (1,1)), 1);
78       if CovCrossSAB.IsCovered then
79         exit;
80       end if;
81     end loop; -- i
82     CovCrossSAB.WriteBin;
83     CovCrossSAB.WriteCovHoles(100.0);
84     start_sim <= false;
85     wait;
86   end process WaveGen_Proc;
87 end cov_tb;

```

том подсвечивается текущее состояние, зелёным – следующее состояние. Не участвующие в данном переходе вершины имеют синий цвет. Красные дуги отмечают непокрытые переходы, цифры на дугах соответствуют числу покрытий (прохождений) этих дуг при моделировании. Эти числа попадают также в текстовые и HTML-отчёты о покрытии автомата. Заметим, что в данном примере все дуги (и состояния) оказались пройденными, причём многократно.

Второй способ визуализации графа состояний автомата – последовательное открытие окон *View* → *FSM List*

(см. рис. 2). После двойного щелчка левой клавишей мыши на отмеченной строке появится граф автомата.

Можно на отмеченной строке (см. рис. 2) нажать правую клавишу мыши, после чего выбрать *View FSM* (см. рис. 3) – в этом случае также можно увидеть граф автомата (рис. 1).

Из рисунка 1 ясно, что переход $s_2 \rightarrow s_2$ был покрыт 2374 раза: этой цифрой помечена соответствующая дуга на графе (см. рис. 1). Результат покрытия автомата на заданном тесте можно сохранить в текстовом виде, как показано в листинге 2. На графе и в текстовом отчёте (см. листинг 2) указываются как

синхронные, так и асинхронные переходы между состояниями автомата.

Если требуется по VHDL-модели автомата получить список всех переходов, то в окне *Transcript* компиляция модели устройства выполняется по команде *vcom -fsmverbose tD:/system/fsm.vhd*. Если же требуется получить циклы на графе переходов автомата, то необходимо добавить опцию *-fsmmultitrans* в командную строку вызова компилятора *vcom -fsmverbose t -fsmmultitrans D:/system/fsm.vhd*.

Получающиеся текстовые отчёты могут быть обработаны программно для составления тестов и проверки

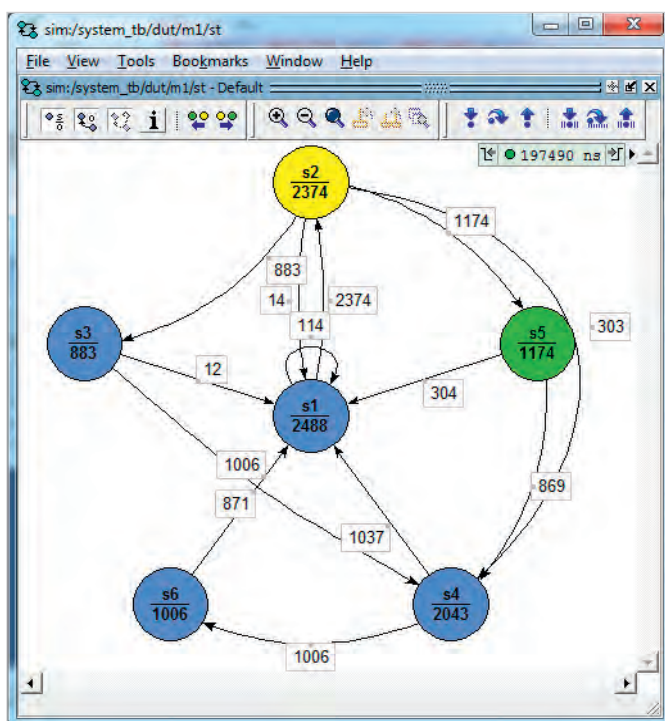


Рис. 1. Покрытие переходов и состояний автомата *fsm*

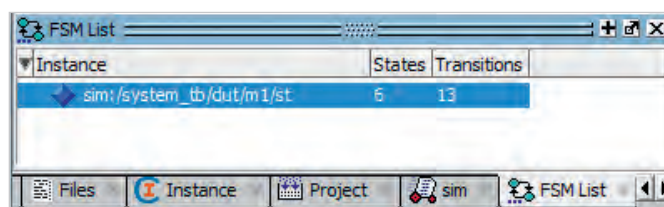


Рис. 2. Окно *FSM List*

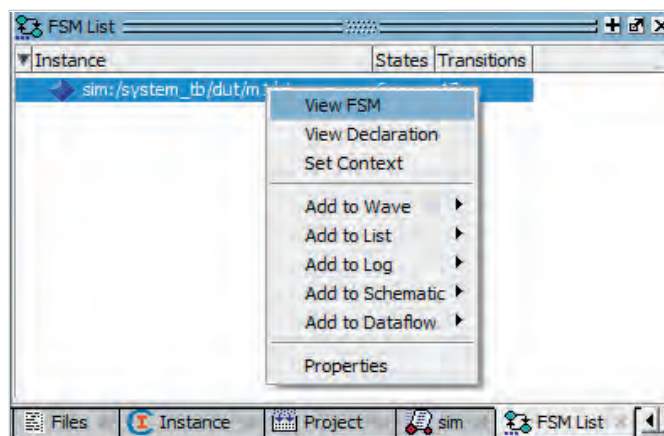


Рис. 3. Выбор *View FSM* для отображения графа переходов автомата

Листинг 2

Covered Transitions :

Line	Trans_ID	Hit_count	Transition
16	0	2374	s1 -> s2
48	1	114	s1 -> s1
20	2	883	s2 -> s3
23	3	303	s2 -> s4
25	4	1174	s2 -> s5
48	5	14	s2 -> s1
36	6	304	s5 -> s1
39	7	869	s5 -> s4
30	8	1037	s4 -> s1
32	9	1006	s4 -> s6
27	10	871	s3 -> s4
48	11	12	s3 -> s1
42	12	1006	s6 -> s1

Summary	Active	Hits	Misses	% Covered
States	6	6	0	100.0
Transitions	13	13	0	100.0

выполнения при моделировании всех переходов и требуемых циклов в графах управляющих автоматов.

ВЕРИФИКАЦИЯ НА ОСНОВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПОКРЫТИЯ

Тестирующая программа (см. листинг 1) составлена так, чтобы выполнить функциональное покрытие модели устройства, а именно для каждого из шести состояний $s_1 \dots s_6$ управляющего автомата требуется выполнение соответствующей операции в операционном блоке над парой значений операндов a, b . Каждый из операндов может принимать значения от 0 до 15, в этом случае получается $6 \times 16 \times 16 = 1536$ всех возможных состояний на входах операционного блока. Если же размерности операндов a, b большие, например число разрядов векторов a, b равно 32, то перебор всех возможных состояний операционного блока является трудоёмкой вычислительной процедурой.

Для подтверждения работоспособности операционного блока будет избыточным подавать на вход 1536 тестовых векторов, поэтому предлагается способ сокращения числа входных векторов. Для этого значения каждого из операндов a, b распределим по подмножествам (корзинам). Корзины для каждого из операндов a, b заданы следующим образом: корзина 1 – значение 0; корзина 2 – значения из диапазона 1...4; корзина 3 – значения 5...9; корзина 4 – значения 10...14; корзина 5 – значение 15.

Таким образом, число $6 \times 5 \times 5 = 150$ входных тестовых векторов сократится на порядок. Подробное описание корзины, перекрёстных корзины, типов данных и процедур, используемых в тестирующей программе, дано в [4]. В строках 5–7 подключаются VHDL-пакеты *RandomPkg*, *CoveragePkg* из библиотеки *osvvm*, позволяющие использовать методологию верификации OS-VVM. Генерация входных векторов для входных сигналов x, a, b, rst тестируемого устройства выполняется с помощью псевдослучайного генератора – для этого используются четыре переменных (*RndX*, *RndA*, *RndB*, *RndRst*) типа *RandomPType* (строки 25–28 в листинге 1). Настройка начального значения псевдослучайного генератора для каждой переменной осуществляется с помощью метода *InitSeed* (строки 43–46). Генерация псевдослучайных значений сигналов x, a, b осуществляется с помощью метода *RandSlv* (строки 62–64, 73–75). Для сигнала *rst* не подходит обычный генератор с равномерным распределением вероятностей выпадения значений, для него необходимо, чтобы значение 1 выпадало значительно реже, чем значение 0. Чтобы задать разную вероятность выпадения значений 0 и 1, используется метод *DistValSlv*((0, 100), (1, 1)), 1) – в этом случае вероятность выпадения 0 равна 100/101, а вероятность выпадения 1 –

1/101 (строки 76–77). Следует отметить, что одноразрядный сигнал *rst* объявлен как вектор (*std_logic_vector(0 downto 0)*) единичной длины (строка 21) – это связано с тем, что метод *DistValSlv* (как и метод *RandSlv*) возвращает значение типа *std_logic_vector*.

В связи с тем что входные сигналы генерируются псевдослучайным образом, необходим механизм, позволяющий отследить, какие состояния $s_1 \dots s_6$ и какие значения сигналов a, b появились (отработали) на входе операционного блока. Для этого используется переменная *CovCrossSAB* типа *CovPType* (строка 29). В строках 33–39 производится настройка модели покрытия в соответствии с требованиями, которые были указаны выше: 6 корзины для состояний автомата и по 5 корзины для сигналов a, b . Сбор отработанных значений переменных *st_cur*, a, b проводится с помощью метода *icover* (строки 69–72).

Ограничим выполнение тестирующей программы генерацией 10 000 входных псевдослучайных векторов. Чтобы отследить момент, когда все требуемые диапазоны переменных будут покрыты, используется метод *IsCovered*, который возвращает значение *true*, если все корзины покрыты. В строках 78–80 осуществляется данная проверка и происходит выход из цикла генерации тестовых векторов, если все корзины покрыты. Далее осуществ-

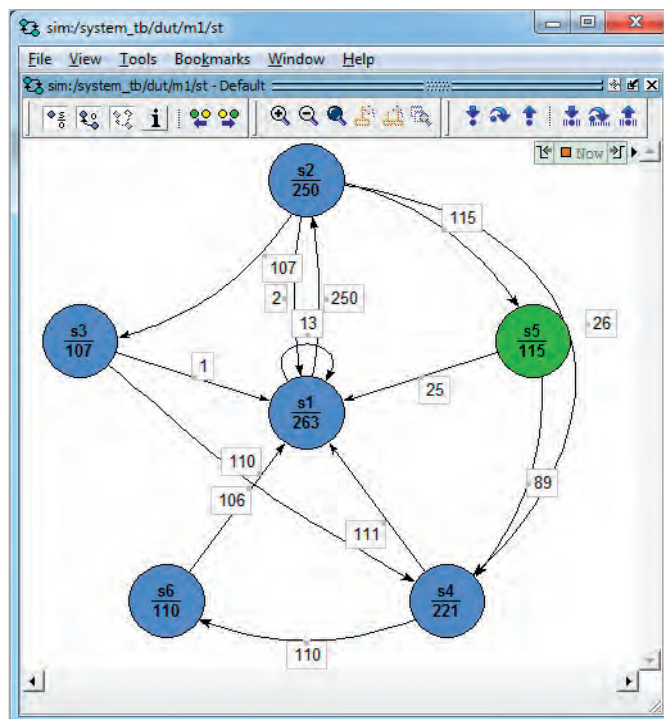


Рис. 4. Число переходов между состояниями с заданным распределением генератора тестовых наборов

вляется вывод результатов покрытия. Метод *WriteBin* выводит в консоль статистику по всем корзинам для переменной *CovCrossSAB*. Метод *WriteCovHoles* выводит список непокрытых корзин при их наличии.

Выполним тестирующую программу (см. листинг 1), указав, что для целей функционального покрытия будет использоваться не более 10 000 случайно генерируемых тестовых наборов. После выполнения моделирования видно (см. рис. 1), что автомат *fsm* проходил различные циклы по графу переходов: состояние s_1 автомат прошел 2488 раз, состояние s_2 – 2374 раз и т.д. Всего пройдено состояний $2488+2374+883+2043+1174+1006=9968$, что меньше 10 000. Это связано с тем, что произошел дополнительный выход (строка 79) из цикла, так как выполнилось условие *if CovCrossSAB.IsCovered then* в строке 78, заключающееся в том, что все корзины оказались покрытыми. В результате моделирования выяснилось, что выполнено требуемое функциональное покрытие VHDL-модели устройства *system*. Когда моделирование закончилось, в окне *Transcript* системы *Questa Sim* появилась информация о том, как заполнены все перекрестные корзины.

Например, для состояния s_1 во фрагменте

```
# %% WriteBin: State/A/B cross coverage
# %% Bin: (0) (0) (0) Count = 13
AtLeast = 1 Weight = 1
# %% Bin: (0) (0) (1 to 4) Count = 41
AtLeast = 1 Weight = 1
# %% Bin: (0) (0) (5 to 9) Count = 41
AtLeast = 1 Weight = 1
# %% Bin: (0) (0) (10 to 14) Count = 48
AtLeast = 1 Weight = 1
# %% Bin: (0) (0) (15) Count = 7
AtLeast = 1 Weight = 1
```

отчёта о функциональном покрытии указывается, что в состоянии s_1 операция *and* над операндами a, b [4] выполнялась 13 раз для нулевых значений операндов, 41 раз при нулевом значении операнда a значение операнда b попадало в корзину 2 (диапазон значений 1...4) и т.д. При равномерном распределении вероятностей генерации операндов a, b требуется длинная последовательность из 9968 тестовых наборов. Это происходит из-за того, что при равномерном распределении вероятности значения 0 и 15 выпадают в разы реже, чем значения из диапазонов (корзин), состоящих из четырёх либо пяти значений. Поэтому целесообразно использовать метод *DistValSlv* генерации псевдослучайных чисел с заданным распределением вероятностей:

```
A <= RndA.DistValSlv(
  ((0,5),
   (1,1), (2,1), (3,1), (4,1),
   (5,1), (6,1), (7,1), (8,1), (9,1),
   (10,1), (11,1), (12,1), (13,1), (14,1),
   15,5)), A'length);

B <= RndB.DistValSlv(
  ((0,5),
   (1,1), (2,1), (3,1), (4,1),
   (5,1), (6,1), (7,1), (8,1), (9,1),
   (10,1), (11,1), (12,1), (13,1), (14,1),
   15,5)), B'length);
```

В этом случае, если заменить строки 74–75 данными операторами, общее число тестовых векторов, необходимых для покрытия заданных корзин, сокращается на порядок (см. рис. 4) и моделирование заканчивается значительно быстрее.

Естественно, можно подготовить тестирующую программу для функционального покрытия только операционного блока либо только управляющего

автомата, заменяя тем самым имеющиеся возможности системы моделирования. Как показано в [3], генерация тестирующих наборов (входных операндов операционного блока и входных сигналов управляющего блока) может осуществляться по различным законам распределения: равномерный закон распределения, распределение с преобладанием малых значений, распределение с преобладанием больших значений, нормальный закон распределения, распределение Пуассона.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как показывает практика верификации, моделирование с покрытием кода и функциональная верификация позволяют найти подавляющее число ошибок в моделях цифровых устройств, состоящих из управляющего и операционного блоков, что значительно сокращает общее время верификации сложных систем, в состав которых входят такие устройства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чэнь М., Цинь К., Ку Х.-М., Мишра П. Валидация на системном уровне. Высокоуровневое моделирование и управление тестированием. – М.: Техносфера, 2014. – 296 с.
2. Open source VHDL verification methodology. User's Guide Rev. 2016.11: <http://osvdm.org/downloads>.
3. Библио П.Н., Авдеев Н.А. Моделирование и верификация цифровых систем на языке VHDL. – М.: Ленанд, 2017. – 344 с.
4. Авдеев Н., Библио П. Верификация VHDL-описаний цифровых устройств, представленных в виде композиции управляющего и операционного блоков. Часть 1. Верификация на основе покрытия VHDL-кода. Современная электроника. 2018. № 2.





РОССИЙСКИЙ РАЗРАБОТЧИК И ПРОИЗВОДИТЕЛЬ

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



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИЛЕР

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

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

Altium Designer 18.0: обзор новых возможностей

Егор Чириков (chirikov@rodnik.ru)

В декабре 2017 года компания Altium объявила о выходе новой версии своего флагманского продукта Altium Designer. Все изменения, которые вошли в Altium Designer 18.0, можно разделить на три основные категории: новый пользовательский интерфейс, новые инструменты и увеличение производительности. В статье рассмотрены наиболее значимые нововведения, которые стали доступны пользователям, имеющим активную подписку на Altium Designer.

Новый пользовательский интерфейс

В новой версии были проведены большие изменения интерфейса, чтобы сделать работу конструктора более эффективной и комфортной. Для повышения эффективности рабочего пространства общая цветовая схема Altium Designer была изменена на тёмную (см. рис. 1). Кроме того, появилось много новых панелей и функций, основная задача которых – сделать интерфейс ещё более интуитивно понятным и увеличить скорость работы за счёт уменьшения количества различных манипуляций при проектировании.

Панель *Properties*

К некоторым из таких улучшений можно отнести новую панель свойств *Properties* (см. рис. 1), на которой так-

же отображаются настройки документа и фильтр выделений *Selection Filter*.

Раньше в Altium Designer редактирование множества объектов выполнялось с помощью панели *Inspector*. С помощью неё можно, например, изменить размер 200 отверстий, высоту всех строк позиционных обозначений или цвет всех проводников на схеме. Одним действием можно изменить не только несколько одинаковых объектов, но и общие свойства для различных объектов. Чтобы изменить множество объектов, их необходимо сначала выделить. Сложность состоит в том, что требуется выделить лишь необходимые объекты. Altium Designer 18.0 упрощает эту задачу с помощью нового фильтра выбора *Selection Filter* (см. рис. 1). Этот фильтр отображается, когда в рабочем пространстве ничего не выбрано. Синяя

кнопка означает, что объект данного типа можно выделить. Все невыбранные типы объектов остаются видимыми, но их нельзя переместить или изменить.

В верхней правой части панели *Properties* редактора схем находятся кнопки, которые определяют область действия фильтра выбора схемы. Они позволяют настроить фильтр объектов для текущего документа или для всех открытых документов одного проекта.

После применения фильтра можно выбрать интересующие объекты привычными способами, такими как выделение рамкой или с помощью клавиши *S*, которая открывает меню выбора, где можно применить команды *All* (все объекты, *Ctrl+A*) или, в редакторе плат, *All On Layer* (все на слое).

Панель *Projects*

Изменения коснулись и существующих панелей. Панель *Projects* теперь включает в себя многие функции, аналогичные функциям панели *Navigator*. После компиляции проекта в панели *Projects* (см. рис. 2) появляются папки с компонентами (*Components*) и цепями (*Nets*), а новая функция *Search* позволяет быстро найти определённый документ, цепь или компонент. Функция работает

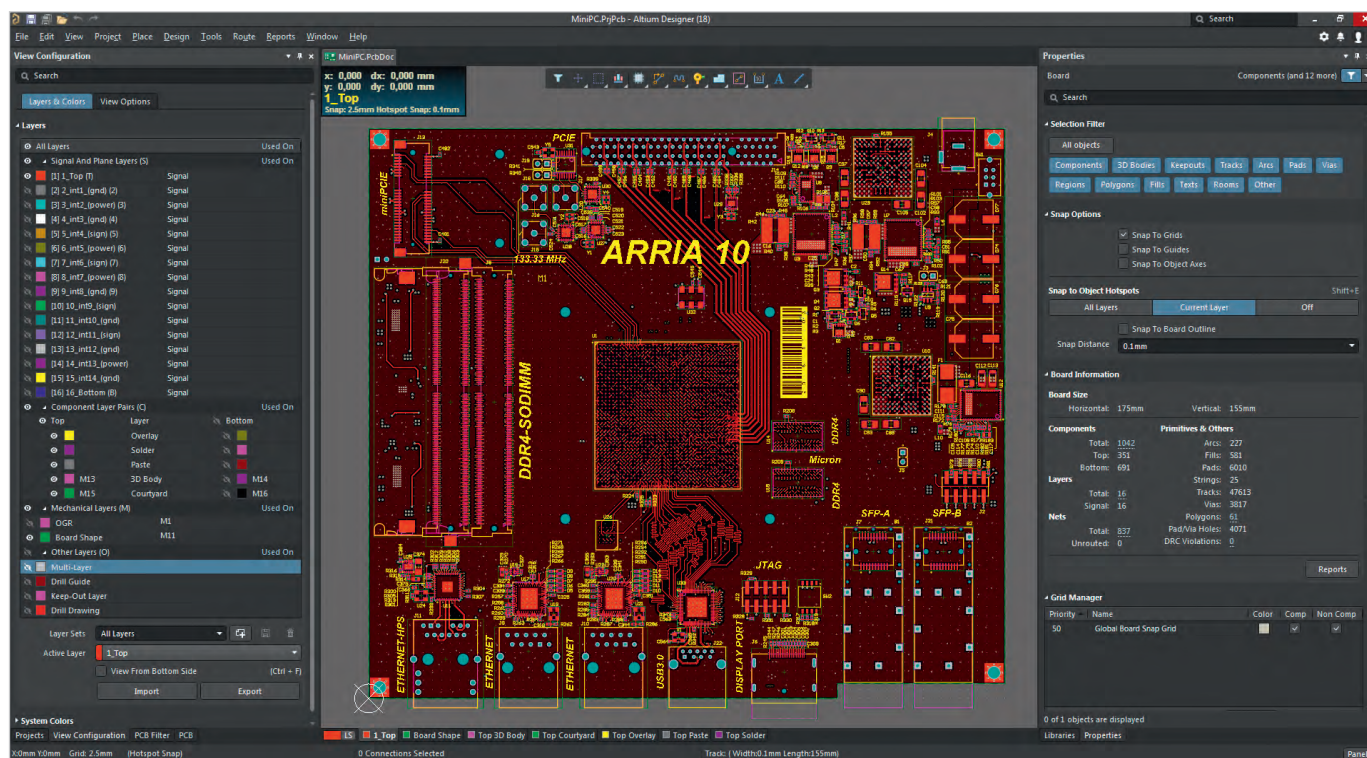


Рис. 1. Новый пользовательский интерфейс

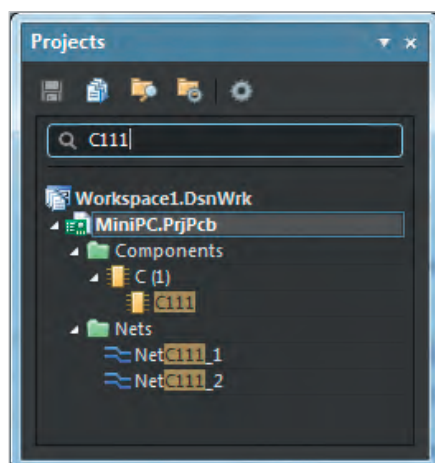


Рис. 2. Панель Projects

как фильтр по мере ввода текста в поле. Новые элементы управления, расположенные в верхнем левом углу панели Projects, позволяют осуществлять выполнение функций одним кликом.

Управление вариантами теперь также осуществляется через панель Projects (панель инструментов Variants удалена). Также как раньше, открыть диалоговое окно Variant Management можно щелчком правой кнопки мыши по нужному проекту в панели Projects с после-

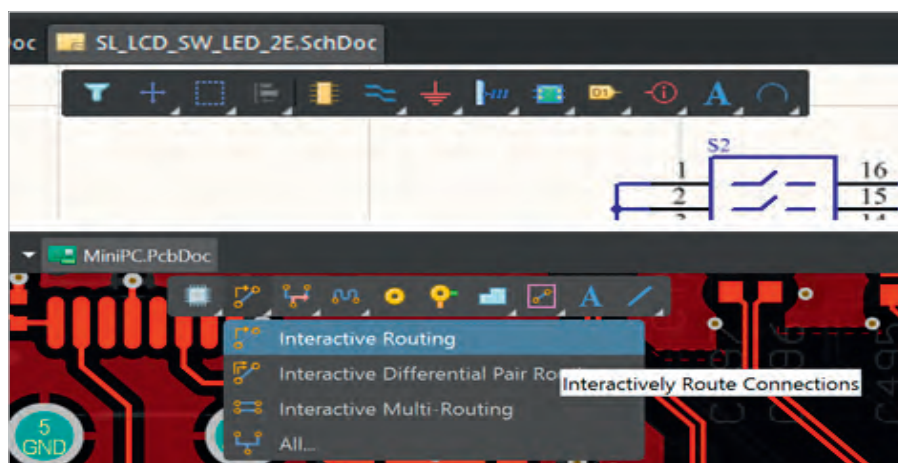


Рис. 3. Панель инструментов Active Bar

дующим выбором команды Variants из контекстного меню. После этого нужно задать варианты необходимым образом и нажать кнопку OK – в проект будет добавлена папка Variants. Папка содержит базовый проект ([No Variations]) и все заданные варианты.

Панель инструментов Active Bar

Теперь некоторые часто используемые команды для размещения и трассировки доступны на панели

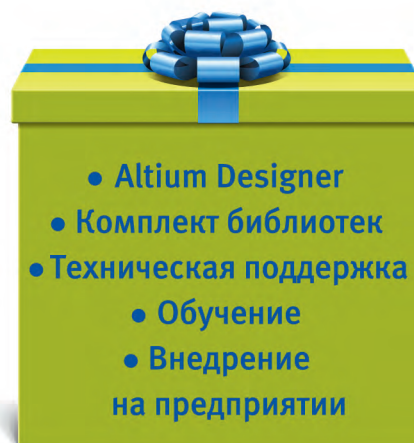
инструментов Active Bar. Эта панель позволяет легко разместить объекты в документах схемы, платы, Draftsman и библиотеки и выполнить трассировку на плате в один клик, без использования главного меню. Набор элементов управления на панели зависит от текущего редактора (см. рис. 3). Панель отображается в верхней части рабочего пространства по центру. Содержимое панели Active Bar можно настроить



Внедрение САПР - дело непростое.
Хотите купить не просто диск, а сразу получить систему,
готовую к эффективному использованию?

Altium Designer

от НПП «Родник»:
Все включено!



Altium

С 1991 года
РОДНИК
СИСТЕМНЫЙ ИНТЕГРАТОР

Реклама

Тел.: +7 (499) 613-7001, www.rodnik.ru

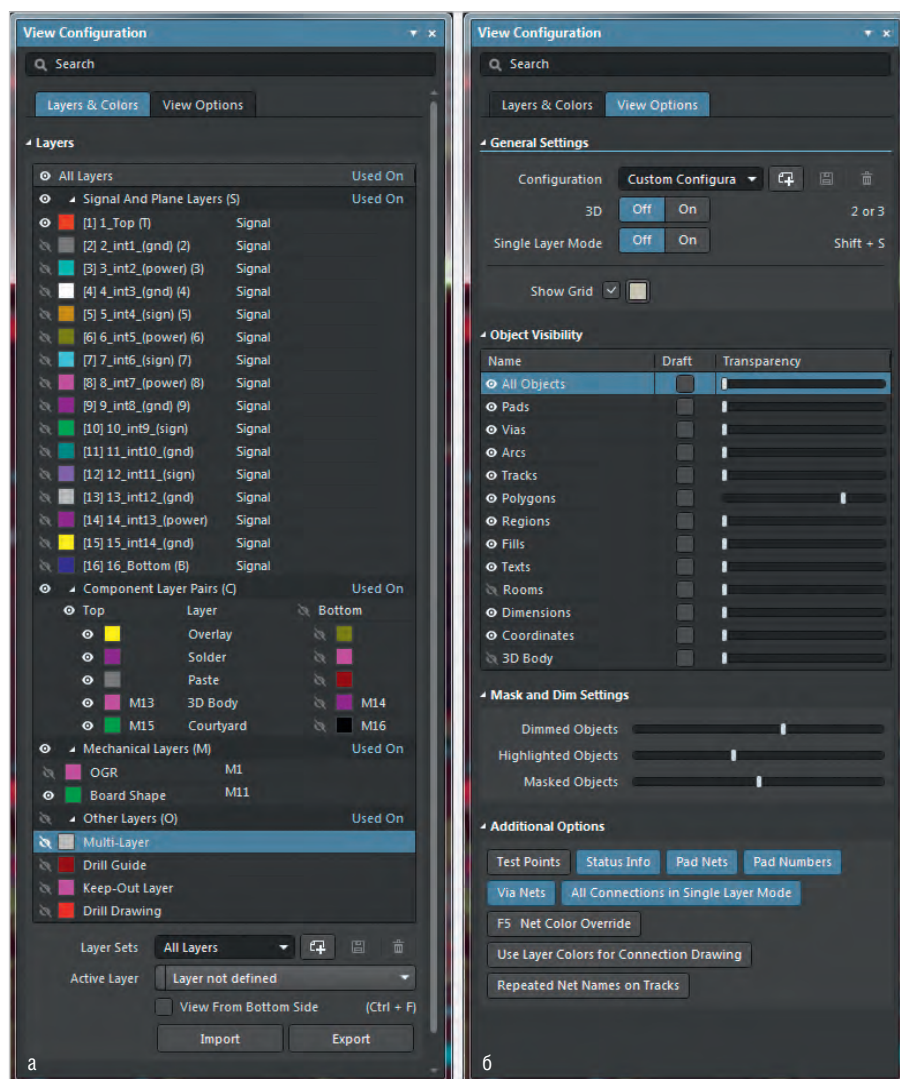


Рис. 4. Панель View Configuration: а) вкладка Layers & Colors; б) вкладка View Options

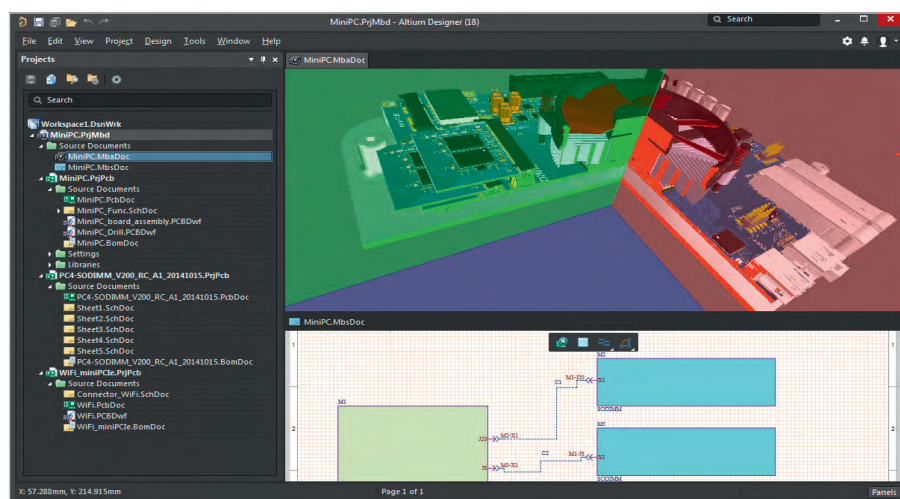


Рис. 5. Многомодульная конструкция Multi-Board

или, при желании, включить стандартные панели инструментов.

Панель View Configuration

Панель View Configuration позволяет редактировать отображение слоёв платы, управлять связанными с ними цветами и настройками, изменять пара-

метры видимости, маскирования и настройки отображения 3D (см. рис. 4). Панель также упрощает использование более сложных функций, таких как пары слоёв. Можно быстро включить или отключить слой, множество слоёв или все слои с помощью элементов управления в каждой группе слоёв.

В области Object Visibility на вкладке View Options осуществляется настройка стиля отображения и прозрачности объектов платы. На этой же вкладке в области Mask and Dim Settings находятся настройки маскирования, затемнения и подсвечивания, а область Additional Options содержит элементы управления для различных настроек отображения, в том числе Net Color Override – переопределение цвета цепи.

В связи с появлением ряда новых панелей и увеличением функционала старых из Altium Designer 18.0 было удалено много команд основного меню. Главными причинами удаления команд являются перенос команды на рабочие панели или редкое использование. Весь список удалённых команд основного меню приведён на официальном сайте компании www.altium.com. Также из интерфейса было исключено Меню DXP, а его наиболее часто используемые команды (настройки Altium Designer, управление учётной записью, обновления и расширения) теперь выполняются с помощью элементов управления в верхнем правом углу окна системы.

НОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Многомодульные конструкции Multi-Board

Многие устройства включают в себя несколько взаимосвязанных печатных плат. Сочетание этих плат внутри корпуса и обеспечение их правильного подключения друг к другу – это сложная фаза процесса разработки. Для решения этой задачи в Altium Designer 18.0 добавлена среда проектирования многомодульных конструкций под названием Multi-Board (см. рис. 5).

Многомодульная конструкция в Altium Designer определяется в проекте Multi-Board (*.PrjMbd) и входящих в него документах схемы (*.MbsDoc) и сборки (*.MbaDoc). Эти типы документов позволяют добавить существующие проекты плат Altium Designer (*.PrjPcb) в среду проектирования многомодульных конструкций и связать их в единую систему.

Задание логической структуры конструкции Multi-Board осуществляется в документе схемы Multi-Board. Здесь размещаются графические блоки (модули), представляющие дочерние проекты печатных плат, после чего каждый модуль связывается с соответствующим дочерним проектом и импортируются данные о соедине-

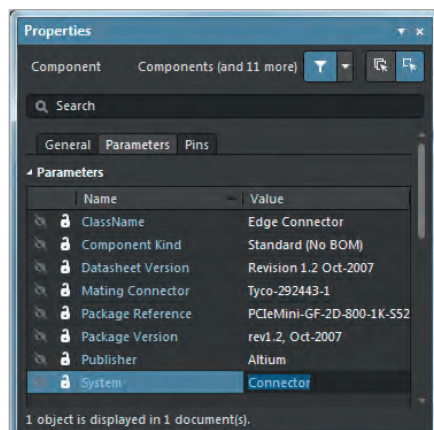


Рис. 6. Задание параметра для соединителя

ниях. Затем добавляются соединения между модулями.

Проекты плат Altium Designer, которые представляют собой дочерние платы системы *Multi-Board*, содержат специальные соединители, такие как краевые и штыревые разъёмы, с помощью которых плата электрически и физически соединяется с другими платами в конструкции.

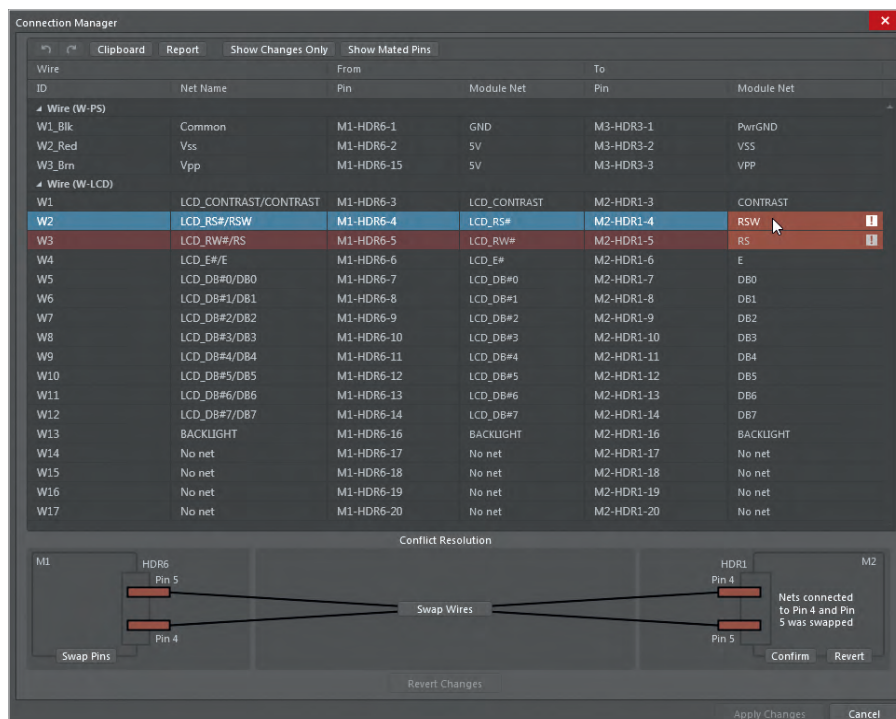
Эти соединители и связанные с ними цепи необходимо определить в документе схемы, чтобы затем определить соединения между платами на уровне системы. Сделать это можно с помощью определённого параметра *System*, задав ему значение *Connector*, как показано на рисунке 6.

Связь между проектами плат, которые составляют систему *Multi-Board*, задаётся размещением соответствующих им блоков (модулей) на схеме и соединением их разъёмов с помощью виртуальных соединений и/или проводников.

Вся информация о соединениях в проекте *Multi-Board* собрана в диалоговом окне диспетчера соединений *Connection Manager*. В этом окне находится список всех назначений контактов/цепей, сгруппированных по обозначениям их родительских соединений и типам (провод, прямое соединение и т.д.). Также здесь содержатся их системные ID, названия цепей и информация о контактах (см. рис. 7).

Если система обнаружит конфликт соединений, они будут выделены в окне *Connection Manager*. При клике на такое соединение будут представлены графическое отображение конфликта и опции, которые позволяют устранить его.

Для проектирования физического представления многомодульной конструкции в Altium Designer 18.0 суще-

Рис. 7. Диалоговое окно соединений *Connection Manager*

ствует редактор сборок *Multi-Board*. Общий процесс проектирования сборки *Multi-Board* включает в себя создание документа сборки *Multi-Board*, передачу данных из схемы *Multi-Board*, позиционирование плат и деталей корпуса (в формате STEP).

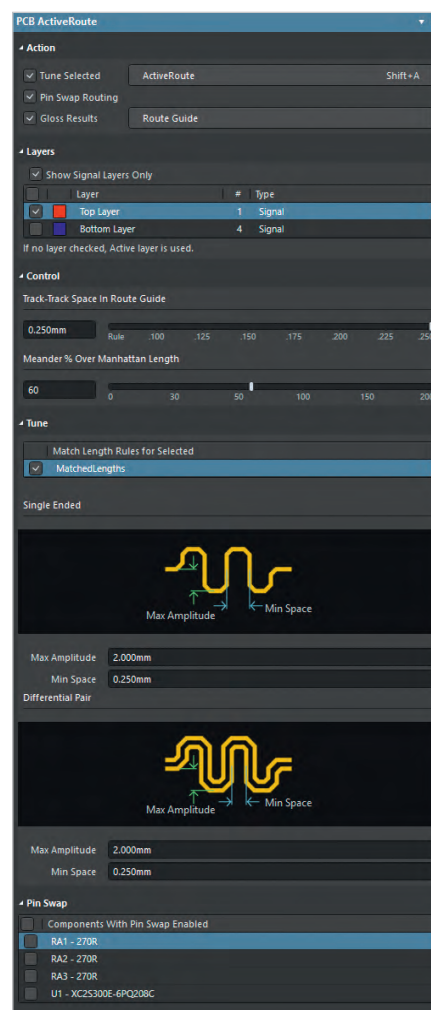
Трассировка *ActiveRoute*

Новаторская технология трассировки *ActiveRoute* представляет собой автоматизированную интерактивную маршрутизацию, которая обеспечивает эффективную прокладку трексов (проводящих дорожек). Технология используется для трассировки конкретных цепей, выбранных пользователем. *ActiveRoute* позволяет разработчику в интерактивном режиме определить путь маршрута, по направлению которого будут прокладываться трексы. Все возможности *ActiveRoute* теперь доступны на обновлённой панели *PCB ActiveRoute* (см. рис. 8).

Altium Designer 18.0 вводит ряд улучшений в существующий функционал *ActiveRoute*:

● Настраиваемые зазоры:

- *Track-Track Space in Route Guide* – используется для назначения максимального расстояния между выбранными цепями. Данная настройка должна быть определена до начала создания направляющего маршрута, чтобы рассчитать минимальную ширину в соответствии с интервалом.

Рис. 8. Обновлённая панель *PCB ActiveRoute*

- Автоподстройки длины как для одиночных проводников, так и для дифференциальных пар:

- *Meander % Over Manhattan Length* – *ActiveRoute* пытается проложить проводники по наиболее короткому из возможных путей. Если процент выполненных соединений меньше ожидаемого, можно воспользоваться новой функцией – управлением меандром, которое позволяет увеличить количество меандров, что может увеличить процент выполненных соединений. По умолчанию максимальное значение этого параметра равно 100%.
- Переназначения выводов *Pin Swap*:
 - *ActiveRoute* теперь имеет доступ к настройкам *Pin Swapping*, что позволяет менять контакты во время маршрутизации, если эта замена уменьшает общую длину маршрута и улучшает его качество. Компоненты, в которых настроен сваппинг пинов, будут перечислены в области *Pin Swap*.

УВЕЛИЧЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

В Altium Designer 18.0 внесён ряд улучшений и оптимизаций для повышения производительности:

- 64-разрядная архитектура – система теперь имеет доступ к большему объёму оперативной памяти; про-

граммный код был переработан во многих областях и переписан на языке C#, который лучше управляет памятью и эффективнее использует преимущества 64-битной архитектуры и многопоточного исполнения;

- ускорение загрузки/открытия файлов по сравнению с Altium Designer 17.x;
- оптимизация процесса внесения изменений в проект и перемещения элементов на плате;
- увеличение скорости интерактивной трассировки;
- использование многопоточности в таких областях, как компиляция проектов, перезаливка полигонов, проверка проектных правил, создание выходной документации;
- значительное сокращение времени перезаливки полигонов и динамической проверки проектных правил благодаря переработанной системе анализа связности цепей («анализ земли»);
- многозадачный выпуск проектов;
- увеличение скорости создания отчётов BOM.

Более плавную, гладкую и быструю работу обеспечивают следующие изменения и улучшения графического движка:

- новый модуль визуализации на базе DirectX 10, позволяющий полноценно использовать ресурсы графической карты;
- ускоренный переход от 2D к 3D;
- оптимизация использования оперативной памяти за счёт более широкого задействования ресурсов графической карты;
- более производительный режим 3D;
- более реалистичное отображение моделей благодаря высококачественному сглаживанию, которое отключается в процессе перемещения для лучшей производительности;
- улучшенный модуль визуализации CAMtastic, делающий более удобным внесение изменений в Gerber/ODB++/IPC CAM и позволяющий плавно масштабировать.

ЛИТЕРАТУРА

1. Печатные платы. Справочник / под ред. К.Ф. Кумбза. – М.: Техносфера, 2011.
2. Сабунин А.Е. Altium Designer. Новые решения в проектировании электронных устройств. – М.: Солон-Пресс, 2009.
3. Джонсон Г., Грэхем М. Конструирование высокоскоростных цифровых устройств. Начальный курс чёрной магии. – М.: ИД Вильямс, 2006.
4. www.altium.com



НОВОСТИ МИРА

MicroLED И ИНТЕРАКТИВНОСТЬ – В ФОКУСЕ Samsung Digital Signage

Состоявшаяся в феврале 2018 года в Амстердаме выставка Integrated Systems Europe 2018 продемонстрировала современные устремления Samsung на рынке Digital Signage: компания интенсивно развивается в нескольких направлениях, таких как микросветодиоды MicroLED, всё более успешно конкурирующие с органическими светодиодами OLED; интерактивные решения для работы с контентом; LED-дисплеи для 3D-кинотеатров; интеллектуальные UHD-дисплеи и LED-дисплеи для наружной рекламы.

На выставке были представлены комплексные системы для ритейла, созданные на базе дисплеев Samsung и программно-аппаратных решений партнёров компании и позволяющие персонализировать контент в соответствии с покупательским поведением.

Ещё одна новинка Samsung на ISE 2018 – The Wall Professional. Это усовершенствованная версия MicroLED-экрана The Wall, продемонстрированного в январе 2018 года

на американской выставке CES 2018. Модульный дизайн новинки позволяет собирать конфигурации, отличающиеся от базовых 146" как в большую, так и в меньшую сторону. Другая особенность The Wall Professional – встроенная платформа управления контентом Samsung MagicInfo.

Максимальная яркость устройства составляет 1600 нит, разрешение – UHD (3840×2160).

ПО построено по клиент-серверной архитектуре. Серверная часть работает под управлением как серверных, так и клиентских версий Windows, тогда как клиентская часть реализуется на базе встроенного в дисплей однокристального ARM-чипа, ОС Tizen и медиаплеера MagicInfo Player серии S (либо внешнего Windows-компьютера и медиаплеера MagicInfo I).

На ISE 2018 состоялась также европейская премьера Samsung Flip – инструмента совместной интерактивной работы для бизнеса. Устройство представляет собой 55" электронную маркерную доску (1302,6×805,5×52,0 мм, масса – 28,9 кг) со встроенным процессором, ПО на платформе Tizen и рядом проводных и беспровод-

ных интерфейсов, позволяющих ему взаимодействовать с сетевыми компьютерами и смартфонами/планшетами.

Samsung Flip снабжён высококачественным сенсорным экраном с боковой подсветкой Edge LED, поддерживающим разрешение UHD, угол обзора 178° по вертикали и горизонтали, яркость 300/220 нит (без стекла/со стеклом), время отклика 8 мс и цветовой охват 72%. Дисплей распознаёт четыре одновременных касания (применяется специально оптимизированная для Digital Signage инфракрасная сенсорная панель FlatFrog Advanced IR).

Samsung Flip можно использовать в портретном и альбомном режимах, а также отклонять на 4,5 градуса в портретном режиме. Взаимодействовать с флипчартом можно посредством интерфейсов HDMI (вход), USB (два порта), RS-232 (вход), RJ-45 (вход), NFC и Wi-Fi.

Флипчарт оснащён 4-ядерным 1,7 ГГц ARM-процессором CA72, 8 ГБ памяти (пользователям доступно 5,35 ГБ) и ОС Tizen 3.0, а также сенсорами ускорения и приближения.

www.itweek.ru

РОССИЙСКАЯ НЕДЕЛЯ
ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ



СВЯЗЬ

Информационные и коммуникационные
технологии

24—27 апреля 2018

30-я юбилейная
международная выставка

Организатор:



При поддержке:

- Министерства промышленности и торговли РФ
- Федерального агентства связи (РОССВЯЗЬ)
- Российской ассоциации электронных коммуникаций (РАЭК)

Под патронатом ТПП РФ

Россия, Москва, ЦВК «Экспоцентр»

www.sviaz-expo.ru

12+ Реклама



Интерактивная трассировка в среде Altium Designer

Часть 1. Трассировка отдельной цепи

Алексей Якубенко (support@idstrade.com)

Печатные платы, как известно, предназначены для механического и электрического объединения электронных компонентов в некое устройство, выполняющее заданную функцию. Электрическое соединение компонентов обеспечивается печатными проводниками – узкими проводящими полосками, выполненными в слоях металлизации. Таким образом, основная задача разработчика печатной платы – формирование печатного рисунка, состоящего из таких проводников. Следовательно, основным инструментом разработчика – инструмент по прокладке печатных проводников. В среде Altium Designer такой инструмент носит название Interactive Routing – интерактивная трассировка.

Интерактивная трассировка является основным механизмом разработки печатных плат (ПП) в среде Altium Designer (AD), назначение которого – прокладка печатных проводников. Механизм интерактивной трассировки включает в себя три основных инструмента:

- *Interactive Routing* – интерактивная трассировка проводников отдельных цепей;
- *Interactive Differential Pairs Routing* – интерактивная трассировка дифференциальных пар;
- *Interactive Multi-Routing* – интерактивная трассировка групп цепей.

Рассмотрение интерактивной трассировки следует начать со знакомства с интерактивной трассировкой про-

водников, поскольку данный инструмент является, фактически, базой для инструментов интерактивной трассировки дифференциальных пар и групп цепей.

ОБЪЕКТЫ ТРАССИРОВКИ

Прежде чем коснуться непосредственно вопросов трассировки, необходимо разобраться, что с точки зрения среды AD представляют собой объекты, с которыми имеет дело разработчик в процессе прокладки цепей.

Начать следует с проводников. Основное их назначение – соединение двух или более подключённых к одной цепи контактных площадок посадочных мест (ПМ) электронных компонентов. Проводники состоят из сегментов. Сегменты могут быть как прямолинейными, так и дуговыми. Технически ширина проводников в среде AD ничем не ограничена.

Переходные отверстия (ПО) предназначены для перевода проводника со слоя на слой и представляют собой

металлизированные отверстия с круглыми контактными площадками.

Линии соединений в среде AD предназначены для отображения на ПП нерастрассированных электрических цепей. Они представляют собой тонкие линии (по умолчанию серого цвета), протянутые между контактными площадками, конечными точками проводников и иными элементами топологии сигнальных слоёв (см. рис. 1).

ИНТЕРАКТИВНАЯ ТРАССИРОВКА ПРОВОДНИКОВ

В общем случае для прокладки проводника необходимо осуществить следующие действия:

- Запустить команду *Route* → *Interactive Routing* (горячие клавиши *R* → *T* или *Ctrl+W*) или щёлкнуть левой клавишей мыши (ЛКМ) по расположенной на панели инструментов пиктограмме  – среда AD перейдёт в режим трассировки, а курсор, в зависимости от настроек, примет вид большого или малого перекрестия под углом 90° или малого перекрестия под углом 45°.
- Щёлкнуть ЛКМ в начальной точке прокладываемого проводника – в результате среда AD перейдёт в режим прокладки проводника.
- Проложить проводник серией щелчков ЛКМ в его узловых точках (см. рис. 2).
- Закончить трассировку.

Четвёртый пункт вышеописанного алгоритма преднамеренно оставлен без пояснений, так как закончить трассировку цепи можно одним из несколь-

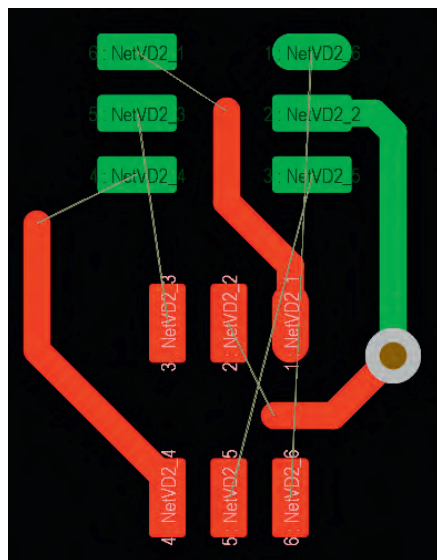


Рис. 1. Линии соединений

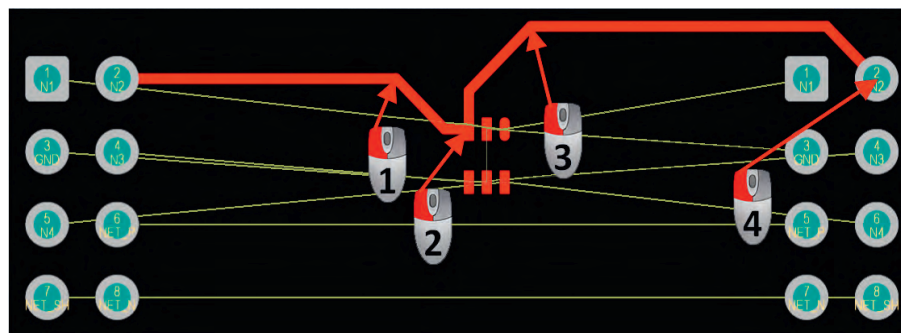
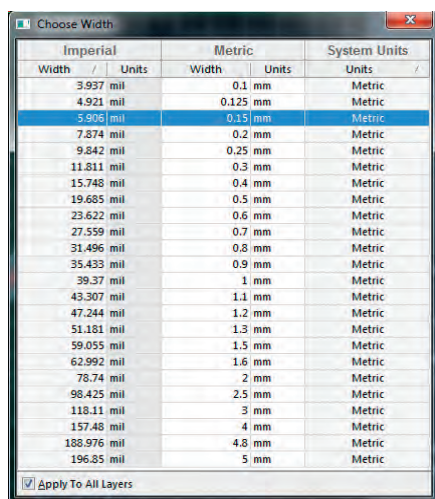


Рис. 2. Пример прокладки проводника

Рис. 3. Окно *Choose Width*

ких способов. Первый способ – щёлкнуть в любом месте правой клавишей мыши (ПКМ) или нажать клавишу *ESC*. Прокладка проводника прекратится, а среда AD выйдет из режима прокладки проводника, но останется в режиме трассировки – после этого можно приступить к прокладке другого проводника.

Суть второго способа заключается в возможности автоматического завершения прокладки проводника. Для этого необходимо зажать на клавиатуре клавишу *Ctrl* и щёлкнуть ЛКМ – в результате среда AD сама «доведёт» проводник до ближайшей конечной точки, на которую указывает линия соединения, и выйдет из режима прокладки проводника, но также останется в режиме трассировки.

Суть третьего способа заключается в том, что если в настройках интерактивной трассировки (будет рассмотрена далее) поставлена галочка *Automatically Terminate Routing*, то при щелчке ЛКМ в режиме прокладки проводника по контактной площадке, сегменту проложенного проводника или иному элементу топологии, подключённому к текущей цепи, прокладка текущего проводника будет завершена на выбранном элементе, а среда AD также выйдет из режима прокладки проводника, но останется в режиме трассировки.

Как видно, во всех трёх случаях при завершении трассировки текущей цепи среда AD остаётся в режиме трассировки. Чтобы выйти из него, необходимо также совершить щелчок ПКМ или нажать клавишу *ESC*.

Для того чтобы в режиме прокладки проводника изменить его ширину, можно воспользоваться сочетанием горячих клавиш *Shift+W* – в этом случае

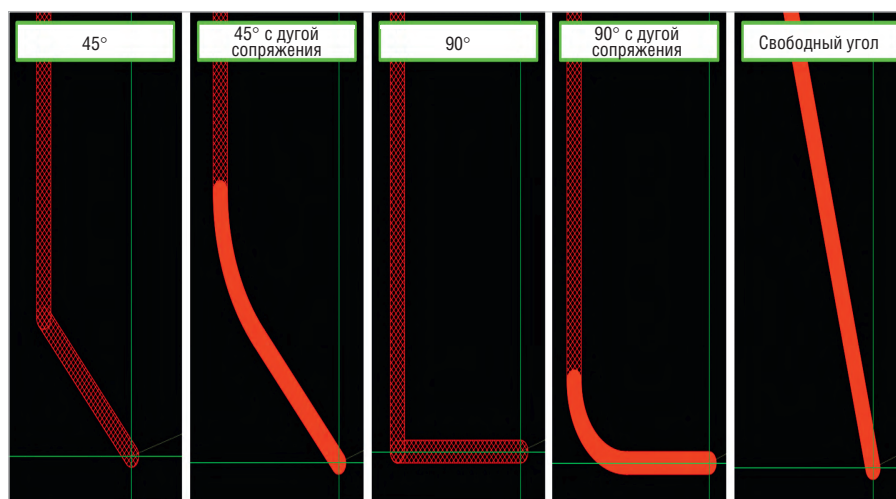


Рис. 4. Режимы формирования угла

откроется окно *Choose Width* (см. рис. 3), в котором отображается преднастроенный набор значений ширины. В данном окне необходимо выбрать строку с требуемой шириной проводника и щёлкнуть по ней ЛКМ – окно автоматически закроется, а прокладка проводника продолжится с выбранной шириной, при этом ширина уже проложенной части останется без изменений.

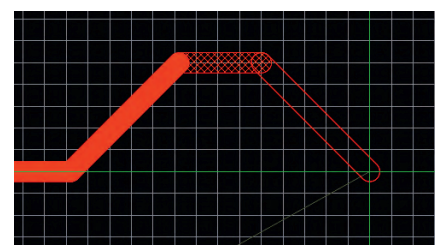
Если в процессе трассировки необходимо перевести проводник на другой слой, то в режиме прокладки проводника следует переключиться на тот слой, где трасса должна быть продолжена. Для этого предназначены горячие клавиши «+», «-» или «*». В месте перехода на другой слой автоматически появится ПО.

В режиме прокладки проводника каждый щелчок ЛКМ, начиная со второго, в зависимости от режима формирования угла приводит к прокладке одновременно одного, двух или трёх сегментов. Существует пять режимов формирования угла (см. рис. 4):

1. *45°* – формируется сразу два отрезка под углом 45°.
2. *45° с дугой сопряжения* – формируется сразу два отрезка под углом 45° с дугой сопряжения между ними.
3. *90°* – формируется сразу два отрезка под углом 90°.
4. *90° с дугой сопряжения* – формируется сразу два отрезка под углом 90° с дугой сопряжения между ними.
5. *Свободный угол* – формируется один отрезок под любым углом.

Переключение между режимами происходит последовательно при нажатии сочетания клавиш *Shift+Пробел*.

Во всех режимах, кроме режима свободного угла, с помощью клавиши *Пробел* можно поменять местами верти-

Рис. 5. Режим *Look-Ahead*

кальный отрезок с горизонтальным или вертикальным отрезком с отрезком под углом. Клавиша *Backspace* удаляет последний сегмент. В режимах формирования угла с дугой радиус дуги можно менять с помощью клавиш «<» и «>» или с помощью сочетаний клавиш *Shift+<* и *Shift+>*. Во втором случае радиус дуги будет меняться с большим шагом.

Во всех режимах формирования угла, кроме режима свободного угла, периодически возникает ситуация, когда нужно, чтобы после нажатия ЛКМ сформировался только первый сегмент или первый сегмент с дугой, но при этом необходимо предвидеть, как «ляжет» последний. Для таких случаев предусмотрен режим *Look-Ahead*. Чтобы его включить или выключить, необходимо нажать клавишу «1» на клавиатуре. На рисунке 5 продемонстрирована работа данного режима: после очередного щелчка ЛКМ сформируется только заштрихованный сегмент; сегмент, который предполагается, но не будет сформирован, отображён на рисунке контурной линией.

НАСТРОЙКИ ИНТЕРАКТИВНОЙ ТРАССИРОВКИ

Интерактивная трассировка – весьма гибкий инструмент, имеющий, как следствие, большое количество настраиваемых параметров. Её настройки

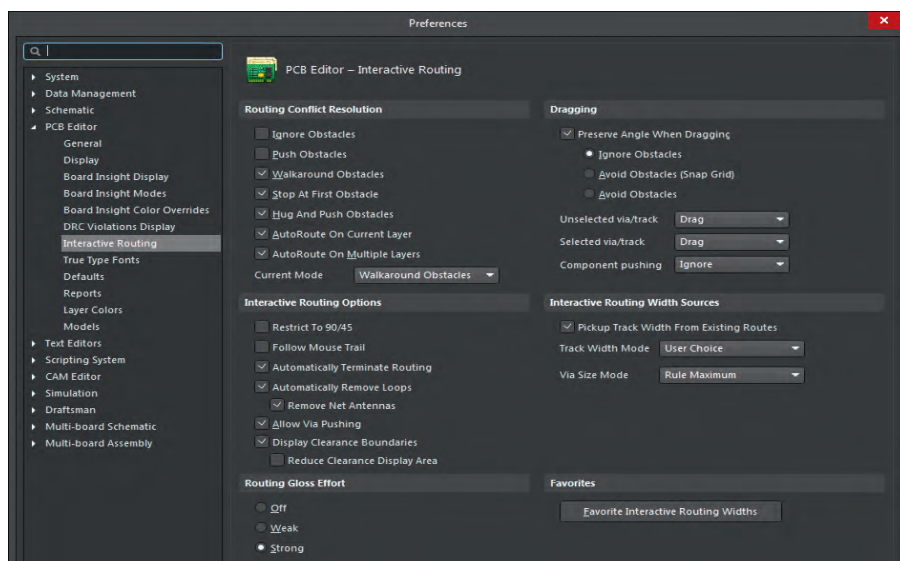


Рис. 6. Вкладка **PCB Editor – Interactive Routing**

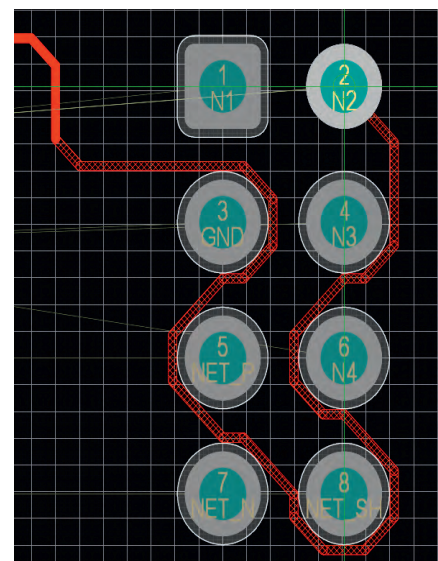


Рис. 7. Режим **Follow Mouse Trail**

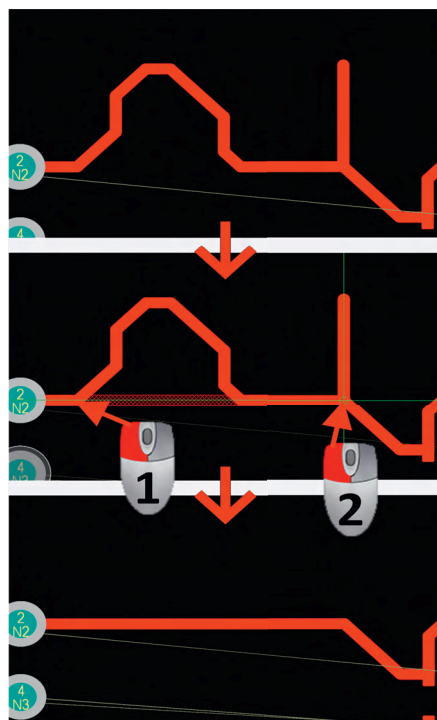


Рис. 8. Автоматическое удаление петель и ни к чему не подключённых ответвлений проводников

доступны в окне *Preferences* на вкладке *PCB Editor – Interactive Routing* (см. рис. 6). В верхней левой части данной вкладки расположена область *Routing Conflict Resolution*. В данной области расположены галочки, каждая из которых разрешает или запрещает использование в текущем проекте определённого режима разрешения конфликтов между элементами топологии:

- **Ignore Obstacles** – режим игнорирования: проводник может проходить напрямую через любые элементы топологии;

- **Push Obstacles** – режим «расталкивания»: при прокладке проводника существующие проводники и переходные отверстия будут отодвигаться, чтобы «пропустить» новый проводник;
- **Walkaround Obstacles** – режим огибания: при прокладке нового проводника он будет огибать существующие препятствия;
- **Stop At First Obstacle** – режим остановки: если новый проводник достигнет препятствия, то первый просто «упкнётся» в последний;
- **Hug And Push Obstacles** – режим огибания и расталкивания: новый проводник будет огибать существующие препятствия до тех пор, пока для этого будет оставаться место, после чего существующие проводники и переходные отверстия начнут раздвигаться;
- **AutoRoute On Current Layer** – автотрассировка на текущем слое: интерактивная трассировка дополняется элементами автотрассировки, что позволяет автоматически выбирать между режимами «расталкивания» и огибания, чтобы расположить проводники наиболее оптимальным способом;
- **AutoRoute On Multiple Layers** – автотрассировка со сменой слоёв: данный режим аналогичен предыдущему с той лишь разницей, что, помимо выбора между режимами «расталкивания» и огибания, проводник может переходить по разным слоям.

В нижней части области *Routing Conflict Resolution* расположено выпадающее меню *Current Mode*, с помощью которого выбирается текущий режим разрешения конфликтов.

Под область *Routing Conflict Resolution* расположена область *Interactive Routing Options*, которая содержит настройки непосредственно интерактивной трассировки. Включение галочки *Restrict To 90/45* приводит к тому, что пользователю остаются доступны только два режима угла: 45° и 90° . Галочка *Follow Mouse Trail* включает режим, при котором в случае огибания препятствия предполагаемый проводник будет следовать за передвижением курсора (см. рис. 7).

Как уже упоминалось ранее, галочка *Automatically Terminate Routing* включает режим, при котором прокладка проводника заканчивается, если очередной щелчок ЛКМ в режиме прокладки проводника производится по элементу топологии, подключённому к трассируемой цепи. Галочка *Automatically Remove Loops* включает автоматическое удаление петель. Когда она включена, становится доступна галочка *Remove Net Antennas*, которая включает автоматическое удаление «антенн», т.е. ни к чему не подключённых ответвлений проводников (см. рис. 8).

Галочка *Allow Via Pushing* позволяет включать «расталкивание» переходных отверстий. Галочка *Display Clearance Boundaries* включает отображение границ зазоров (см. рис. 9). На случай, если ресурсов компьютера недостаточно для полноценного отображения зазоров, предусмотрена галочка *Reduce Clearance Display Area*, которая уменьшает область отображения границ зазоров.

Ниже области *Interactive Routing Options* расположена область *Routing Gloss Effort*. *Routing Gloss Effort* пред-

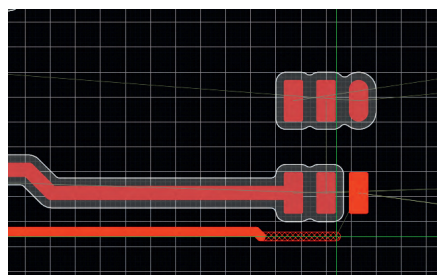


Рис. 9. Отображение границ зазоров

ставляет собой механизм оптимизации прокладываемого проводника. Данный механизм работает в режиме прокладки проводника. Он отслеживает положение курсора и отвечает за то, чтобы предполагаемая трасса между последним проложенным сегментом и текущим положением курсора имела наиболее короткую длину и наименьшее количество изгибов. При любом изменении положения курсора данный механизм пересчитывает и перерисовывает предполагаемую трассу проводника. Расположенный в области *Routing Gloss Effort* переключатель имеет три положения:

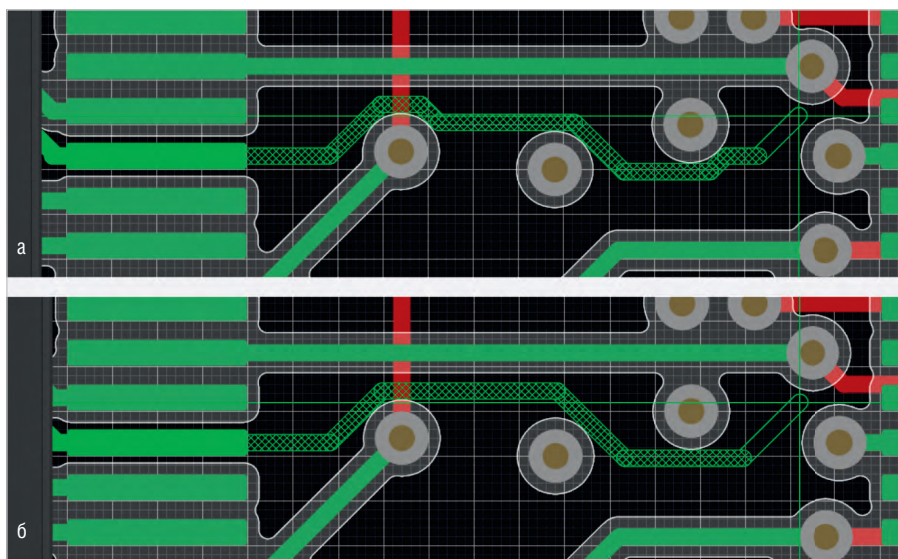
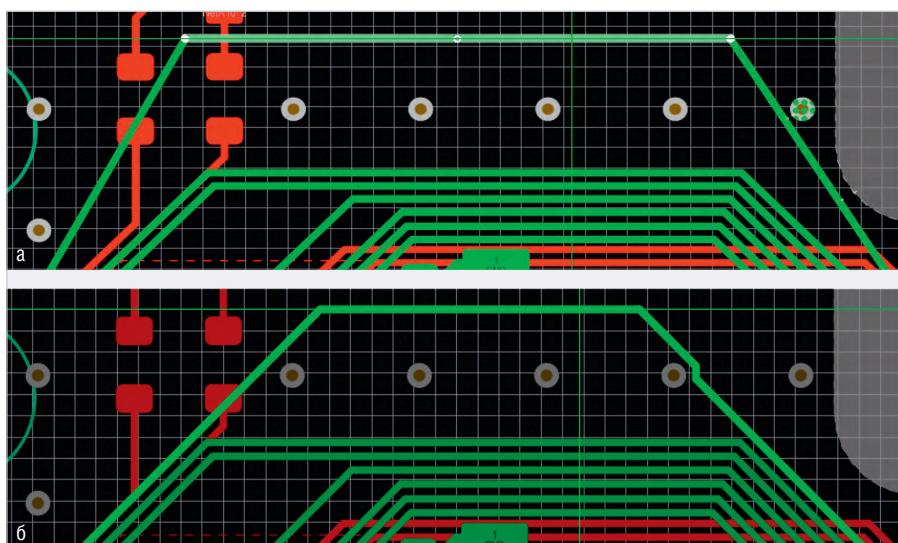
1. *Off* – оптимизация отключена.
2. *Weak* – слабая оптимизация.
3. *Strong* – сильная оптимизация.

На рисунке 10 приведён пример, поясняющий, как работает механизм *Routing Gloss Effort*. На рисунке 10а изображена предполагаемая трасса проводника с отключённой оптимизацией, на рисунке 10б – с сильной оптимизацией. Как видно, во втором случае предполагаемый проводник имеет гораздо меньшее количество изгибов и меньшую длину.

В правой верхней части окна настроек *Preferences* находится область *Dragging*. Здесь расположены настройки, отвечающие за «поведение» перемещаемых элементов топологии. С помощью выпадающего меню *Unselected via/track* можно выбрать, каким образом будут перемещаться предварительно не выделенные ПО или сегменты, а с помощью выпадающего меню *Selected via/track* – предварительно выделенные. В обоих случаях доступны два варианта:

1. *Move* – перенос с отрывом от сопряжённых сегментов проводников.
2. *Drag* – перемещение без отрыва от сопряжённых сегментов (сопряжённые сегменты будут «тянуться» за перемещаемым).

В случае перемещения без отрыва от сопряжённых сегментов галочка *Preserve Angle When Dragging* определяет, каким именно образом сопряжённые сегменты будут «тянуться» за пере-

Рис. 10. Пример работы механизма *Routing Gloss Effort*: а) оптимизация отключена; б) включена
сильная оптимизацияРис. 11. Пример перемещения сегмента: а) функция *Preserve Angle When Dragging* не активирована; б) функция *Preserve Angle When Dragging* активирована

мещаемым объектом. Если эта галочка снята, то геометрия перемещаемого объекта останется без изменений, а сопряжённые сегменты будут менять углы, под которыми они расположены. Если галочка *Preserve Angle When Dragging* включена, то при перемещении сегмента сопряжённые сегменты будут оставаться под теми углами, под которыми они расположены, и, соответственно, будет меняться геометрия перемещаемого объекта. На рисунке 11 приведены соответствующие примеры.

Когда галочка *Preserve Angle When Dragging* включена, становится доступным расположенный под ней переключатель, который определяет взаимодействие перемещаемого элемента топологии с препятствиями:

- *Ignore Obstacles* – препятствия игнорируются в целях сохранения угла

расположения сопряжённых объектов;

- *Avoid Obstacles (Snap Grid)* – препятствия избегаются с учётом сетки привязки;
 - *Avoid Obstacle* – препятствия избегаются без учёта сетки привязки.
- Выпадающее меню *Component Pushing* определяет способы разрешения конфликтов между ПМ, когда одно из них перемещается:
- *Ignore* – при перемещении одного из ПМ остальные игнорируются;
 - *Avoid* – перемещаемое ПМ нельзя разместить на месте другого даже с частичным пересечением;
 - *Push* – «мешающие» ПМ раздвигаются.

Под областью *Dragging* находится область *Interactive Routing Width Sources*. Расположенные здесь настройки определяют, из каких параметров

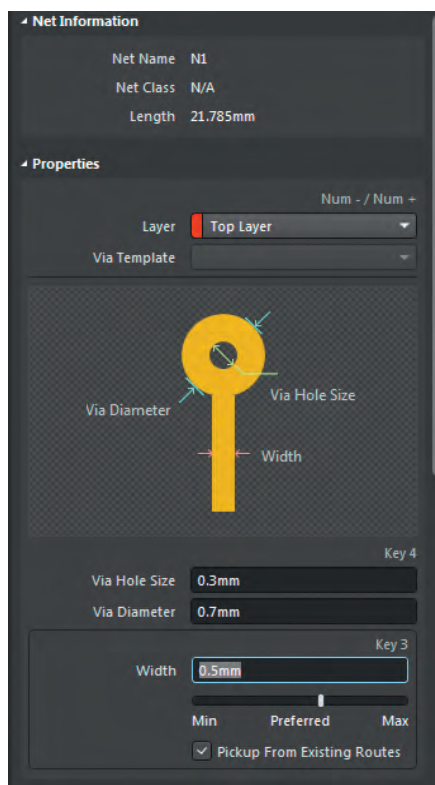


Рис. 12. Поля *Net Information* и *Properties* панели *Properties*

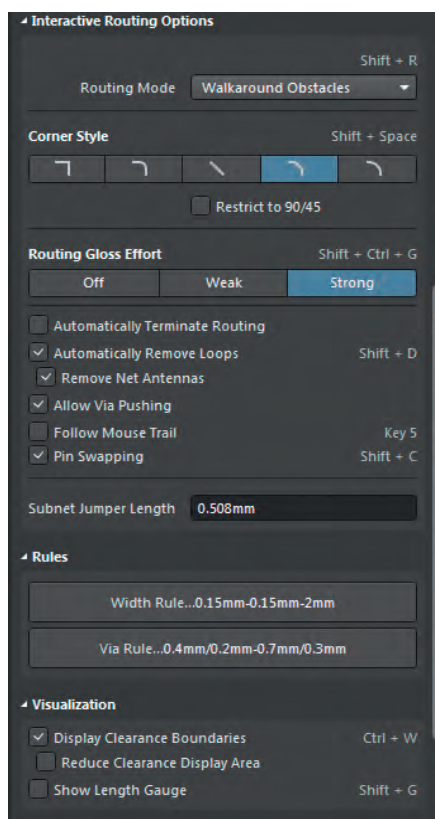


Рис. 13. Поля *Interactive Routing Options*, *Rules* и *Visualization* панели *Properties*

будут выбираться первоначальные значения ширины проводников или размеры контактных площадок ПО в тот момент, когда пользователь начинает прокладывать очередной прово-

дник. Для этого предназначены выпадающие меню *Track Width Mode* и *Via Size Mode*. Первое отвечает за ширину проводников, второе – за размеры контактных площадок ПО. В обоих случаях доступны четыре варианта:

3. *User Choice* – по выбору пользователя.
4. *Rule Minimum* – минимальное значение в соответствии с правилом.
5. *Rule Preferred* – предпочитаемое значение в соответствии с правилом.
6. *Rule Maximum* – максимальное значение в соответствии с правилом.

Галочка *Pickup From Existing Routes* отвечает за то, чтобы при прокладке нового проводника от цепи, которая уже содержит разведённую часть, ширина нового проводника была равна ширине существующего.

Под областью *Interactive Routing Width Sources* расположена область *Favorites*, которая содержит кнопку *Favorite Interactive Routing Widths*. Нажатие данной кнопки приводит к открытию одноимённого окна, назначение которого состоит в корректировке преднастроенного набора значений ширины проводников.

ПАНЕЛЬ *PROPERTIES*

В среде AD разработчикам ПП доступен удобный вспомогательный инструмент – панель *Properties*. Данная панель содержит опции, позволяющие «на лету» осуществлять описанные выше настройки и расширяющие возможности по редактированию параметров проводников и ПО.

Данная панель появляется в режиме прокладки проводника. Чтобы воспользоваться её возможностями, необходимо поставить указанный режим на паузу, нажав клавишу *Tab*. Пока режим прокладки проводника стоит на паузе, можно редактировать любые опции панели. Чтобы после внесения изменений вернуться к процессу трассировки цепи, необходимо щёлкнуть ЛКМ по значку паузы в центре рабочего поля.

Поскольку содержимое панели *Properties* фактически дублирует всё, что было описано ранее, рассмотрение её функций целесообразно осуществить лишь в рамках необходимого минимума.

В верхней части панели (см. рис. 12) расположено поле *Net Information*, содержащее краткую информацию о прокладываемом проводнике:

- *Net Name* – имя цепи проводника;
- *Net Class* – имя класса цепи;

- *Length* – длина проложенного проводника.

Под полем *Net Information* расположено поле *Properties* (см. рис. 12), содержащее опции проводника. Выпадающее меню *Layer* позволяет перевести текущий проводник на иной слой. Ниже находится выпадающее меню *Via Template*, предназначенное для выбора параметров текущего ПО. Ещё ниже расположено схематическое отображение проводника с переходным отверстием. Под ним находятся поля ввода *Via Hole Size* и *Via Diameter*, предназначенные для корректировки текущих параметров ПО. С помощью поля *Width* можно изменить ширину проводника. Под этим полем расположен бегунок *Min/Preferred/Max*, с помощью которого в соответствии с правилом *Routing* → *Width* можно выбрать минимальную, предпочитаемую или максимальную ширину проводника (правила будут рассмотрены позже).

Под полем *Properties* находятся поля *Interactive Routing Options* и *Visualization* (см. рис. 13). Они содержат опции интерактивной трассировки, которые были описаны выше, за двумя исключениями. В нижней части поля *Interactive Routing Options* находится поле ввода *Subnet Jumper Length*, в котором можно отредактировать длину перемычки, а в нижней части поля *Visualization* расположена галочка *Show Length Gauge*, включающая индикатор длины проводника.

Между полями *Interactive Routing Options* и *Visualization* находится поле *Rules*, в котором содержатся кнопки *Width Rule* и *Via Rule*. Первая открывает окно правила ширины проводников, вторая – окно правила переходных отверстий.

У некоторых опций указаны горячие клавиши, которыми можно менять соответствующие настройки «на лету», не обращаясь к панели *Properties*.

В самом низу панели *Properties* расположено поле *Help*. Оно содержит список основных горячих клавиш, которые могут понадобиться в процессе трассировки.

В следующих частях статьи будут рассмотрены интерактивная трассировка дифференциальных пар и групп цепей, правила, имеющие отношение к процессу прокладки проводников, а также некоторые вопросы редактирования уже растрассированных цепей.



ВЫСТАВКА НОВЕЙШИХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ, ТЕСТИРОВАНИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА

Testing Days. Moscow
впервые и одновременно
с 10-й ежегодной выставкой
Control Days. Moscow



Разделы выставки:



**AEROSPACE
TEST 2018
MOSCOW**

by Testing Days. Moscow



**SENSOR
TEST 2018
MOSCOW**

by Testing Days. Moscow



**AUTOMOTIVE
TEST 2018
MOSCOW**

by Testing Days. Moscow

17-19 | МОСКВА
апреля 2018 | Экспоцентр

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

Реклама

При поддержке:

Техническое регулирование гражданского оборота интеллектуальной собственности как фундамент роста инновационной экономики России

Часть 1

Геннадий Фокин (finas@finas.su)

Техническое регулирование – это широко используемая форма частно-государственного партнёрства по решению общих задач и тиражированию выработанных профессиональным сообществом универсальных решений для хозяйствующих субъектов в целях совершенствования прикладной экономики и социальной ответственности. В первой части статьи будет рассказано о существующих мотивациях и проблемах в этой области.

МОТИВАЦИИ

Россия сильна креативностью трудовых ресурсов, однако до настоящего времени не использует масштабно и эффективно результаты интеллектуальной деятельности (РИД) как инструмент формирования добавленной стоимости, инновационной экономики и монополии исключительных (имущественных) интеллектуальных прав. В течение последних лет решением этой проблемы заняты почти все органы государственной власти и общественные экспертные объединения. Цель – стимулировать совершенствование социальной активности, отечественных технологий, экономики и лидерства.

Конкурентные преимущества интеллектуальных активов (имущественных интеллектуальных прав) бесспорны: это повышение удовлетворённости результатами, а значит производительности труда и социальной активности, обеспечение рентабельности производства, востребованности наукоёмкой продукции, технологий и защита результатов креативности, инноваций, технологий, активов и культурных ценностей России.

Отечественная и зарубежная практики коммерциализации интеллектуальной собственности «заточены» на патентное право и средства индивидуализации, которые, по сути, интеллектуальной собственностью не являются и её не охраняют (у средств индивидуализации нет автора; они только приравнены к РИД, при этом их широкое распространение и использование свидетельствуют об их активном влиянии на экономику через франчайзинг, таможенный контроль импорта и контроль контрафакта в торговых сетях). При

этом нематериальные активы становятся фундаментом мировой экономики. Особенно актуальна эта проблематика в части защиты креативности, инвестиций и активов хозяйствующих субъектов авторским правом – наиболее перспективным с позиций комплексного охвата рынков, продолжительности жизненного цикла, экономии необходимых ресурсов, стимулирования креативности работников.

Всё возможно – как следствие грамотного формирования нематериальных активов (именно они являются трендом роста и лидерства транснациональных корпораций), программ инновационного развития интеллектуальных активов и профессиональной лицензионной политики, практики хозяйствующих субъектов. При этом обеспечивается капитализация предприятий за счёт имущественных прав и повышается их ликвидность за счёт очевидности перспектив бизнеса, возможностей франшиз технологий и качества.

С появлением рынка интеллектуальной собственности появилась возможность технического регулирования создания (например, в порядке трудовых отношений и обязанностей), регламентирования, использования, экспорта и импорта результатов интеллектуальной и научно-технической деятельности, технологий и инноваций с новых позиций – а это уже лидерство. Кто устанавливает стандарты, тот регулирует рынок, добавленную стоимость, потребительский спрос, ценовую политику, экспорт и импорт.

Экспансия на высокотехнологичные рынки и мировое лидерство возмож-

ны только в случае разработки Россией международных стандартов профессионального менеджмента интеллектуальной собственности как составного компонента менеджмента качества производства продукции и услуг.

Главный эффект – монополия имущественных интеллектуальных (исключительных) прав без нарушений антимонопольного законодательства и норм ВТО. Основные задачи – формирование эффективных интеллектуальных активов и защита инвестиций в них; формирование рынка инноваций и технологий как фундамента несырьевой экономики России и её лидерства на зарубежных рынках, в мировой экономике.

ПРОБЛЕМЫ

Техническое регулирование (стандартизация требований и оценка соответствия в форме сертификации соответствия установленным требованиям) коммерциализации и гражданского оборота интеллектуальной собственности является её основной проблемой в части направлений, методов и практик использования этого международно признанного и эффективно-го инструмента для совершенствования экономики отечественных предприятий, субъектов Российской Федерации и России в целом.

Имеющиеся и разрабатываемые национальные стандарты РФ в предметной области не просто морально устарели – национальные стандарты в отношении патентных исследований и патентного формуляра базируются на устаревших правовых нормах и не учитывают более 70% рынка, связанного с использованием объектов авторского права и сложных объектов гражданского оборота интеллектуальной собственности (результатов научно-технической деятельности (РНТД), методик, технологий, инноваций, ноу-хау и других).

Более новые стандарты – «Издания. Знак охраны авторским правом. Общие требования и правила оформления» и «Интеллектуальная собственность. Тер-

мины и определения» – противоречат правовым нормам РФ (например, последний – в основном и всех производных определениях). При этом образовательные и профессиональные стандарты для специалистов по управлению правами на результаты интеллектуальной деятельности не базируются на производственных практиках и не решают необходимых задач.

Разработчики национальных образовательных, профессиональных стандартов никогда не бывали на производстве и не имеют представления о том, что из себя представляет, зачем нужна и как используется интеллектуальная собственность в рыночной экономике.

Это неудивительно: количество публикаций не характеризует профессиональной компетентности. Образовательные и профессиональные стандарты разрабатываются без учёта требований технического регулирования, государственный технический комитет по стандартизации «Интеллектуальная собственность» (ТК-481) формировался и функционирует без участия специалистов в области технического регулирования гражданского оборота интеллектуальной собственности. Соответственно, компетентность академической науки, должностных лиц образовательных организаций и промышленных предприятий не позволяет решать вопросы объективного признания, паспортизации, подтверждения и коммерциализации интеллектуальной собственности: задачи инновационной экономики и социального совершенствования невозможно решать архаичными инструментами.

Если патентные исследования по требованиям государственных контрактов на выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) проводятся, то их эффективность ничтожна. Если заявляется о «патентной активности», «зонтичных патентах» или «патентных ландшафтах», по сути, менеджмент интеллектуальной собственности только имитируется.

При этом специалистов по оценке соответствия РИД условиям охраны авторским и/или патентным правом и управлению рисками гражданского оборота интеллектуальной собственности, по учёту, оптимизации, использованию и приватизации нематериальных активов, по лицензионной политике и практике как нет, так и не предвидится. Как следствие, локаль-

ные нормативные акты предприятий, ведомств и рекомендации «академических» специалистов содержат «полупатенты», «софтверные патенты» и публичные РНТД, изобретения, полезные модели в режиме коммерческой тайны как ноу-хау (секреты производства), а паспортизация и франчайзинг технологий не работают; повсеместно растёт правовой нигилизм и вероятность административных, налоговых, уголовных правонарушений в сфере гражданского оборота интеллектуальной собственности.

Как правило, с гражданским оборотом интеллектуальной собственности ассоциируют аудиторов, оценщиков, патентоведов, юристов. У каждого своя специализация, далёкая от коммерциализации и управления рисками гражданского оборота интеллектуальной собственности, но именно их, за неимением лучшего, предприятия пытаются использовать для создания эффективных интеллектуальных активов. Результат – обжёгшись на молоке, дуем на воду: лучше не иметь интеллектуальной собственности, чем иметь проблемы с правовым нигилизмом и административными, налоговыми, уголовными правонарушениями в этой сфере.

Как правило, договорная практика софтверных компаний опирается на свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ, баз данных, топологий интегральных микросхем. Однако эти свидетельства не являются правоустанавливающими и подтверждающими документами (это всего лишь свидетельства о регистрации) – соответственно, сделки с их использованием могут быть признаны судом введением в заблуждение, в результате чего придётся пересчитать и уплатить все налоги, штрафы за предшествующие отчётные периоды.

Аналогичные проблемы у свидетельств о регистрации и депонировании «произведений» различными организациями по коллективному управлению авторскими правами: лицензионные платежи собираются, а оснований для их сбора нет (регистрация и депонирование «произведений» в целях подтверждения их приоритета имеют весьма спорный эффект, так как всегда есть возможность найти более ранний документ).

Окончательное решение по гражданскому обороту интеллектуальной собственности всегда принадлежит суду, однако в настоящее время для объек-

тивной судебной практики не хватает доказательств – правоподтверждающих документов по всему жизненному циклу интеллектуальной собственности (от её создания, объективного признания и паспортизации до завершения действия интеллектуальных прав).

Суд по интеллектуальным правам не имеет экспертов по всему спектру рисков гражданского оборота интеллектуальной собственности. Палата по патентным спорам ФИПС вообще не является элементом судебной системы Российской Федерации и решает только ведомственные вопросы.

Программы инновационного развития предприятий превратились в фигурный листок, которым прикрывается отсутствие профессионального менеджмента интеллектуальной собственности. В этих условиях каждый объект интеллектуальной собственности плодит проблемы предприятий, их смежников и правопреемников, особенно в части реализации правовых норм статей 1228, 1270, 1295, 1357, 1370, 1372, 1373 Гражданского кодекса РФ.

У предприятий на инновационное развитие просто нет средств и специалистов, а государственная поддержка зарубежного патентования приводит к обратному эффекту – Россия продолжает финансирование конкурирующих зарубежных экономик и на этапе оформления зарубежных патентов теряет перспективные технические решения.

В настоящее время отсутствует паспортизация результатов интеллектуальной, научно-технической деятельности, интеллектуальной собственности и продукции, технологий с интеллектуальной собственностью – сделки, за исключением объектов патентного права и средств индивидуализации, совершаются в отношении неопределённых объектов.

Хозяйствующие субъекты добавленную стоимость инноваций даже не декларируют (почти ни один паспорт и формуляр промышленных изделий не содержит указаний на интегрированную интеллектуальную собственность и её ценность, добавленную стоимость) – трудно искать чёрную кошку в тёмной комнате, особенно если её там нет. Таким образом, имеем «инновационный» рынок без интеллектуальной собственности.

Нельзя забывать, что ни один договор сам по себе (без правоподтверждающих документов) не подтверждает охраноспособности РИД и интеллектуальных

прав. Договоры гражданского оборота интеллектуальной собственности только устанавливают обязательства сторон сделки в отношении «чего-то» – эффективность и риски сделки не определены. В условиях такой неопределённости привлечение инвестиций и страхование рисков практически невозможны: инвесторы и кредитные организации имеют ресурсы и хотят инвестировать, но определённость и гарантии этих инвестиций отсутствуют.

Правовые нормы четвёртой части ГК РФ таковы, что интеллектуальная собственность в составе результатов научно-технической деятельности, созданных по государственным контрактам НИОКР, принадлежит инвестору и подлежит учёту в государственном реестре РФ (отдельные разделы реестра ведут различные министерства и ведомства). Мало того, что отсутствует предварительный анализ и прогноз экономической эффективности оформляемой и регистрируемой интеллектуальной собственности – государственный реестр интеллектуальной собственности РФ, по сути, содержит спорную и ничем не подтверждённую информацию о составе РНТД и охраноспособности РИД.

Это следствие поэтапных отчётов о результатах НИОКР без оценки соответствия РИД условиям охраны авторским и/или патентным правом и о результатах патентных исследований без анализа рисков нарушений авторских прав. Например, государственный инвестор оплачивает патентные исследования программ для ЭВМ, программных комплексов, баз данных и получает «победные реликвии» – объектов и нарушений патентного права нет. Но их там и не может быть: программы для ЭВМ являются объектами авторского права, а базы данных являются объектами смежного права. При этом о возможных нарушениях авторских прав и последствиях скромно умалчивается. Технические задания, методики, стандарты на процессы и технологии (перспективные результаты научно-технической деятельности, охраняемые авторским правом) в расчёт вообще не принимаются – закрома Родины (золотовалютный запас инноваций и активов) продолжают напоминать авгиевы конюшни. В своё время на это обратил внимание Сергей Вадимович Степашин: в годовом отчёте Счётной палаты РФ об использовании бюджетных средств отмечалось, что миллиарды, потраченные на государственный заказ НИОКР, преврати-

лись в 128 000 рублей интеллектуальных активов России.

Использование «интеллектуальной собственности» РФ в порядке НИОКР, в производстве, в составе РНТД, технологий и продукции с акцентом на патентование оборачивается для отечественных предприятий непомерным «лицензионным оброком» – более 30% выручки. При этом кавычки выше поставлены не случайно: чтобы избежать судебных издержек, предприятия предпочитают не создавать или не оформлять интеллектуальную собственность по государственному заказу НИОКР, но если случится, чтобы не вызывать проблем с инвестициями, исправно платят «лицензионный оброк».

Как отмечалось выше, одна из существенных проблем – оценка соответствия РИД условиям охраны авторским и/или патентным правом, т.е. объективное признание и паспортизация интеллектуальной собственности правоподтверждающими документами. Без авторского права даже патент не работает – формулу изобретения, полезной модели, селекционного достижения, вне зависимости от оформления патента, можно и нужно (!) охранять авторским правом. Но это никому не нужно, так как объективное признание и паспортизация интеллектуальной собственности в режиме авторского права или ноу-хау (секретов производства) на собираемость государственных пошлин не влияет. Соответственно, одна и та же формула изобретения размером до полутора страниц позволяет оформить несколько патентов только за счёт эквилибристики причастных и деепричастных оборотов речи – великий и могучий русский язык это позволяет. Как правило, читаешь такие формулы «изобретения» и задаёшься вопросом: как удаётся экспертам ФИПС сохранять серьёзность (на форуме «Армия – 2017» представители ФИПС и Роспатента были откровенны: искать «золото» в поступающих заявках на оформление патента не просто трудно, а нерентабельно; да и задачи такие не стоят, специалистов нет)?

Патентование исчерпало свои конкурентные преимущества, не определяет инновационность и конкурентных преимуществ предприятий и отраслей. Патентование за рубежом – это патентные войны (изматывание конкурентов судебными издержками), патентование в России – это «иконостас» на сайтах предприятий и льготы ветерана труда для пенсионеров. Статистика патенто-

вания в России падает, поскольку не обеспечивает продвижение на рынки и не является инструментом привлечения инвестиций. При этом административное стимулирование патентования вызывает у бизнеса отторжение.

Даже при наличии «инновационного» патента у инвесторов нет уверенности, что этот патент не «перекрашен» и его невозможно отозвать (аннулировать) – например, из-за отсутствия или качества договора работника и работодателя об отчуждении права на получение патента. Работодатели этого договора и накладных расходов на отчуждение прав всячески избегают – не помогает даже постановление Правительства РФ от 4 июня 2014 г. № 512 «Об утверждении Правил выплаты вознаграждения за служебные изобретения, служебные полезные модели, служебные промышленные образцы» о бездоговорной форме стимулирования креативности работников. Работникам, в свою очередь, патент нужен только для получения звания и льгот ветерана труда.

Недостаточно иметь интеллектуальную собственность – нужно уметь ею управлять и эффективно использовать нематериальные активы. Однако отечественные предприятия этого не умеют и избегают: среди должностных лиц предприятий нет профильных специалистов. Патентоведы и юристы в этих вопросах некомпетентны, бухгалтеры, аудиторы и оценщики некомпетентны в гражданском обороте интеллектуальной собственности, привлечённые консультанты предлагают и продают свою узконаправленную компетентность – как правило, результаты исполнения их рекомендаций по совокупности вопросов несовместимы и приводят к негативным последствиям. Отсутствуют специалисты профессионального менеджмента интеллектуальной собственности, без которых интеллектуальная собственность не станет эффективными активами предприятий – соответственно, не будет роста инновационной экономики и мировых конкурентных преимуществ, лидерства России. Приходится признать: рынку инноваций не дают встать на ноги низкая компетентность и правовой нигилизм.

Во второй части статьи будут предложены пути решения указанных проблем, а также даны некоторые рекомендации предприятиям в области гражданского оборота интеллектуальной собственности.



SEMIEXPO RUSSIA

ЭКСПОЦЕНТР
Россия, Москва
29-30 мая 2018 года

semiexpo.ru

Реклама



Выставка

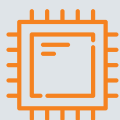
ЭЛЕКТРОНИКА
Урал

IV МЕЖДУНАРОДНАЯ
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
ВЫСТАВКА

ЭЛЕКТРОНИКА—УРАЛ 2018

27-29 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 2018»

Реклама

WWW.PTA-EXPO.RU

ЕКАТЕРИНБУРГ



(343) 270-23-76



info@pta-expo.ru

ОРГАНИЗАТОР

Электроника

МОСКВА



(495) 234-22-10



info@pta-expo.ru

РОССИЙСКАЯ НЕДЕЛЯ
ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ



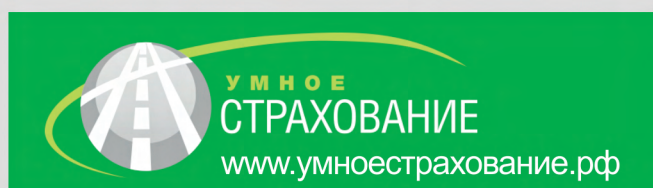
МЕЖДУНАРОДНЫЙ
**XII НАВИГАЦИОННЫЙ
ФОРУМ**

www.glonass-forum.ru

10-я юбилейная
международная выставка

НАВИТЕХ

www.navitech-expo.ru



Впервые, в рамках форума

ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»
МОСКВА

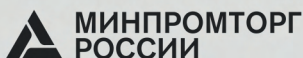
24–27

апреля 2018



Реклама 12+

При поддержке



Под патронатом



ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

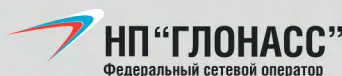
Организатор форума



Оператор форума



Стратегический партнер форума



Организатор выставки



Реклама

Комплексные решения по ЭМС

От ведущего производителя радиоизмерительного оборудования Rohde & Schwarz

Решения по индивидуальным требованиям заказчика, включая интеграцию

с другим оборудованием и полную автоматизацию испытаний на базе русифицированного СПО R&S EMC32



ROHDE & SCHWARZ

Реклама