

СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

WWW.SOEL.RU

6

2017



В НОМЕРЕ:

- Радиолокационные обнаружители движущихся целей
- Российские системы для тестирования аэрокосмической техники
- Миниатюрные соединители из проволоочных контактов
- Обзор беспроводного Интернета вещей
- Ультразвуковой дальномер-сигнализатор на ПЛИС
- САПР AWR: сравнение результатов моделирования с экспериментом
- Актуальные вопросы аттестации испытательного оборудования
- и многое другое...



App Store



Google Play



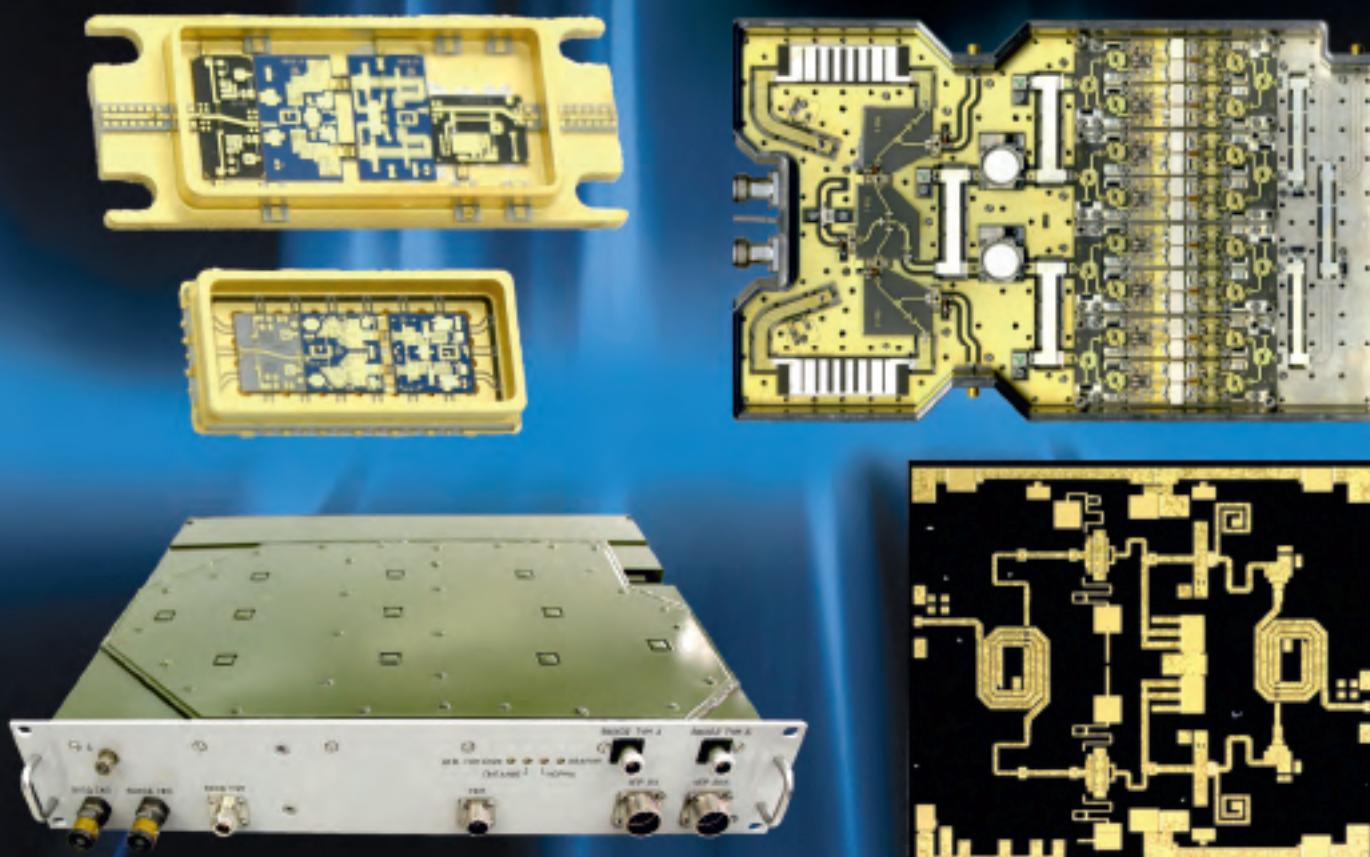


ИНТЕЛЛЕКТ. КАЧЕСТВО.

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

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

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «МИКРОВОЛНОВЫЕ СИСТЕМЫ»

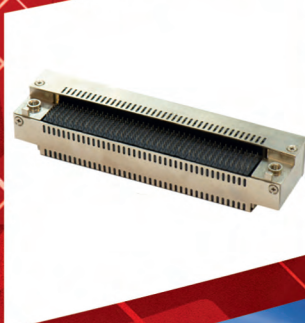
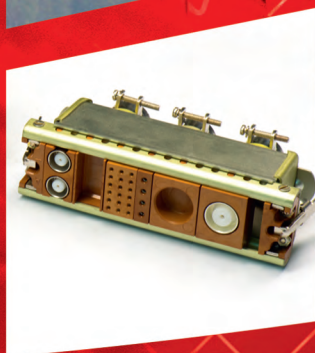
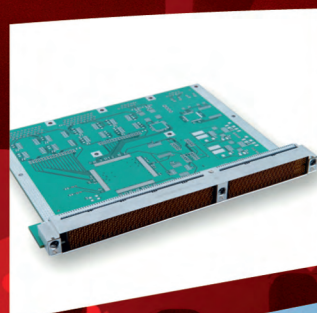


Участвуем в «МАКС-2017», 18-23 июля, павильон D9, стенд 24



АО «Карачевский завод «Электродеталь»

разрабатывает и производит большой ассортиментный ряд полных и функциональных аналогов импортных изделий, в том числе украинских производителей, с категорией качества "ВП" и приемкой ОТК. Внедрение новых технологий на производстве, современный подход к проектированию оснастки, использование специализированных материалов, изготовление высокоточных деталей, позволяют работать предприятию как с крупными многомиллионными партиями изделий, так и уникальным, мелкосерийным производством.



Реклама

242500, Россия,
Брянская область,
г. Карачев, ул. Горького, 1

☎ 8 (48335) 2-61-75
e-mail indox@elektrodetal.com
www.elektrodetal.com



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «КАРАЧЕВСКИЙ ЗАВОД «ЭЛЕКТРОДЕТАЛЬ»

ЭЛЕКТРОДЕТАЛЬ

РАЗРАБОТКА И ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СОЕДИНИТЕЛЕЙ

Главный редактор
А.А. Смирнов

Редакционная коллегия
А.Е. Балакирев, В.К. Жданкин,
С.А. Сорокин, А.Н. Туркин,
Р.Х. Хакимов

Литературный редактор
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, издателя
и редакции: ул. Чертановская,
д. 50, корп. 1, г. Москва, 117534
Почтовый адрес:
119313, Москва, а/я 26
Телефон: (495) 232-0087
Факс: (495) 232-1653
Сайт: www.soel.ru
E-mail: info@soel.ru



Производственно-практический журнал
Выходит 9 раз в год
Тираж 10 000 экземпляров

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 года)

Свидетельство № 00271-000
о внесении в Реестр надёжных партнёров
Торгово-промышленной палаты Российской Федерации

Подписные индексы по каталогу
агентства «Роспечать»:
на полугодие – 46459, на год – 36280.

Свободная цена

Отпечатано: ООО «МЕДИАКОЛОП»
Адрес: 105187, г. Москва, ул. Вольная, д. 28, стр.10
Тел./факс: (495) 786-7714

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, 2017

6/2017 Contents

MARKET

Crucial Processes DOLOMANTS: Own Production Capacities and Cooperation	4
Russian Market News	8

MODERN TECHNOLOGIES

Silicon and Arsenide Gallium-Aluminum Technology: a Basic Row 3D M EPH SBIS of VCSEL and Functional 3D M of FE SBIS for 3D M of FEF M. Part 4	18
<i>Valeriy Svede-Shvets, Vladislav Svede-Shvets, Maksim Zinoviev</i>	
Radar Moving Target Detectors of the New Generation	24
<i>Vladimir Bartenev</i>	
Heat Sinks, Based on Aluminum Nitride with Diamond Covering	32
<i>Yuriy Nepochatov, Dmitriy Gorodeckiy, Artem Abraamyan, Iliya Samusov, Aleksandr Okotrub</i>	
The Landscape of Wireless Internet of Things: Business Dynamics, Vertical Industries, LPWA Technologies and Industry Challenges	36
<i>Kailash Narayanan</i>	

TOOLING AND EQUIPMENT

Trends in the Development of the Additive Technologies' Market in Russia: Desktop 3D Printers	42
<i>Irina Arapova, Polina Kucherova</i>	
New Generation of the Russian Systems for Space Equipment Testing	46
<i>Sergey Zaychenko</i>	
Guidelines on Choosing Panel Board Climatic Equipment	52
<i>Konstantin Trutko</i>	

ELEMENTS AND COMPONENTS

Modern Chips from Texas Instruments for Space Applications	58
<i>Yuriy Petropavlovskiy</i>	
Non-Volatile Memory of nvSRAM from Cypress	64
<i>Aleksandr Tuzov</i>	
Connectors with Wire Contacts: Optimal Solution of a Problem of Miniaturization	68
<i>Evgeniy Dugin</i>	

ENGINEERING SOLUTIONS

The Instrumental Amplifier for Bridge Incorporating of Two Powerful Operational Amplifiers. Part 3	74
<i>Aleksey Kuzminov</i>	
Echo-Meter with Annunciator on FPGA	82
<i>Pavel Redkin</i>	

DESIGN AND SIMULATION

The RightPCB Editor – Modern Instrument of Effective Design of PCB	88
<i>Sergey Popov</i>	
Experimental Examination of Microstrip Lines Isolation	92
<i>Mikhail Vasin, Denis Maruzhenko, Sergey Shemshur</i>	
AWR CAD: Comparison of Simulation and Experimental Results. Data Processing Algorithms	96
<i>Sergey Nikulin, Aleksey Torgovanov</i>	

PAGES OF HISTORY

«Danger» of Power Electronics	106
<i>Petr Novish</i>	

EVENTS

Annual Forum «Innovations in Design of Electronics» in Moscow by Altium	108
Electronics for Transport in Sokolniki	110

COMPETENT OPINION

Live Issues of Test Equipment Certification	112
---	-----

Содержание 6/2017

РЫНОК

- 4 Критически важные процессы: собственные производственные мощности ДОЛОМАНТ и кооперация
8 Новости российского рынка

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- 18 Кремниевая и арсенид-галлий-алюминиевая технология: базовый ряд 3D М ФЭ СБИС VCSEL и функциональных 3D М ФЭ СБИС для 3D М ФЭФ М. Часть 4
Валерий Сведе-Швец, Владислав Сведе-Швец, Максим Зиновьев
24 Радиолокационные обнаружители движущихся целей нового поколения
Владимир Бартнев
32 Теплоотводы на основе нитрида алюминия с алмазным покрытием
Юрий Непочатов, Дмитрий Городецкий, Артём Абрамян, Илья Самусов, Александр Окотруб
36 Обзор и отраслевые проблемы беспроводного Интернета вещей
Кайлаш Нараянан

ИНСТРУМЕНТЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

- 42 Тенденции развития рынка аддитивных технологий в России: настольные 3D-принтеры
Ирина Арапова, Полина Кучерова
46 Новое поколение российских систем для тестирования аэрокосмической техники
Сергей Зайченко
52 О принципах выбора щитового климатического оборудования
Константин Трутко



ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

- 58 Современные ИС Texas Instruments для космических приложений
Юрий Петропавловский
64 Энергонезависимая память nvSRAM от компании Cypress
Александр Тузов
68 Соединители с проволочными контактами: оптимальное решение задачи миниатюризации
Евгений Дугин



ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ

- 74 Применение инструментального усилителя для мостового включения двух мощных ОУ
Часть 3
Алексей Кузьминов
82 Ультразвуковой дальномер-сигнализатор на ПЛИС
Павел Редькин

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

- 88 Редактор RightPCB – современный инструмент эффективного проектирования ПП
Сергей Попов
92 Экспериментальное исследование развязки между микрополосками
Михаил Васин, Денис Марущенко, Сергей Шемшур
96 САПР AWR: сравнение результатов моделирования с экспериментом.
Алгоритмы обработки данных
Сергей Никулин, Алексей Торгованов



СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

- 106 «Опасность» силовой электроники
Пётр Новыш

СОБЫТИЯ

- 108 В Москве прошёл ежегодный форум Altium «Инновации в проектировании электроники»
110 Электроника для транспорта в Сокольниках

КОМПЕТЕНТНОЕ МНЕНИЕ

- 112 Актуальные вопросы аттестации испытательного оборудования

ПОДПИСКА

2017

Концепция распространения журнала – бесплатная подписка для специалистов.



Предусмотрена подписка на печатную версию журнала или его электронный вариант.

Условие сохранения такой подписки – своевременное её продление на каждый последующий год.

Редакция напоминает о необходимости продления подписки на 2017 год.

Электронная версия для мобильных устройств

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

ПЛАТНАЯ ПОДПИСКА

Преимущества:

- журнал будет гарантированно доставлен, тогда как при бесплатной подписке редакция гарантирует только отправку, но не доставку журнала;
- подписаться может любой желающий;
- эту подписку могут оформить иностранные граждане.

«Роспечать»

Оформить платную подписку можно в почтовом отделении через агентство «Роспечать». Тел.: (495) 921-2550. Факс: (495) 785-1470

Подписаться можно как на 6 месяцев, так и на год. Подписные индексы по каталогу агентства «Роспечать»: на полугодие – **46459**, на год – **36280**.

Кроме того, можно оформить платную подписку через альтернативные подписные агентства.

«Урал-Пресс»

Тел.: (495) 961-2362
<http://www.ural-press.ru>

Читатели из дальнего зарубежья могут оформить подписку через агентство

«МК-Периодика»

Тел.: +7 (495) 672-7012
Факс: +7 (495) 306-3757
info@periodicals.ru

Критически важные процессы: собственные производственные мощности ДОЛОМАНТ и кооперация

Вектор развития производственного предприятия ДОЛОМАНТ изначально обусловлен требованиями и уникальной ситуацией на российском рынке электроники ответственного применения, которая сформировалась под воздействием полной смены в стране экономической модели, непрерывной реновации технологий, материалов, оборудования, комплектующих и открытой конкуренции на рынке с лучшими образцами иностранной электроники для ответственных применений.

Начав в конце прошлого века свой путь в качестве разработчика решений для сторонних производственных мощностей, в 2002 году компания ДОЛОМАНТ была вынуждена создать собственную производственную базу, ставшую передовой с ввода её в эксплуатацию. Благодаря непрерывному процессу модернизации, она остаётся на сегодняшний день одной из лучших в стране.

С 2002 года круг критически важных производственных процессов, осуществляемых на собственных мощностях ДОЛОМАНТ, постоянно расширялся. Их освоение было непростым. Каждый этап сопровождался вызовом существующему уровню технологий и требовал бескомпромиссного решения: быть максимально эффективными в обеспечении потребностей разработчиков современной электронной техники, соответствовать жёстким требованиям заказчиков к эксплуатационным характеристикам продукции. Компания была и по сей день является

ведущим отечественным специалистом мирового уровня по монтажу практически всех типов корпусов компонентов, включая компоненты со скрытыми выводами, и по новейшим принципам контактного конструктива. Такое позиционирование привело к тому, что на предприятии ежегодно отрабатываются сотни ОКР технологического содержания от десятков крупных заказчиков из всех отраслей электроники. Ставшие успешными проекты переводятся на серийное изготовление штатным и максимально безболезненным путём.

Система контроля качества процессов и выпускаемых изделий полностью соответствует высочайшему уровню оснащённости производства. Неразрушающий контроль проводится на основных этапах производства с помощью самых передовых технологий: многоступенчатого рентген-контроля монтажных и сборочных работ, автоматизированной оптической инспекции, отдела технического контроля, оснащённого

80-кратными оптическими приборами. Годность готовых изделий inspectируется в отделе функционального тестирования после климатических и механических воздействий в соответствии с техническими условиями.

Каждый раз освоение нового высокотехнологического процесса на производстве ДОЛОМАНТ был ответом на насущную потребность – обеспечение контроля и управляемости ключевых звеньев в цепочке создания сложной электронной аппаратуры.

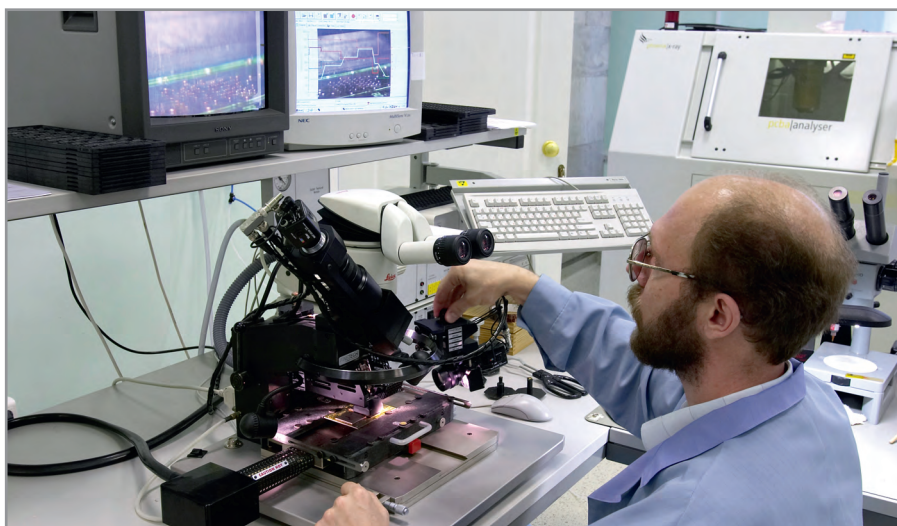
Особые и очень жёсткие требования к надёжности выпускаемых изделий предъявили такие же требования к собственному каналу закупок комплектующих, материалов, печатных плат. Приобретаются только оригинальные компоненты с прослеживаемой логистикой от официального производителя через официальных дистрибьюторов до цеха. Предпочтение отдаётся только тщательно отобранным среди сотен других производителям, которые фактически аттестованы на право поставок для компании ДОЛОМАНТ и её клиентов.

С той же самой целью – достижения гарантируемых качества и надёжности – были созданы цеха кабельного производства и механической обработки деталей из цветных металлов.

Скажи мне, кто твой друг...

Сегодня компания ДОЛОМАНТ развивает кооперативные связи и открыта для сотрудничества практически по всем направлениям деятельности, связанной с созданием сложных электронных комплексов ответственного применения. Поток идей, обмен опытом, кооперативные производственные цепочки подчиняются главным критериям и правилам:

- стратегии партнёров, обоюдная ответственность за конечный результат, долгосрочность планов развития, высокая квалификация персонала и технологическая оснащённость должны быть сходными;
- стороны используют свои ключевые компетенции, давая друг другу возможность проявить себя с лучшей стороны;





ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОНИКИ ОТВЕТСТВЕННОГО ПРИМЕНЕНИЯ
ДЛЯ СЛОЖНЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ



15 ЛЕТ ПЕРЕДОВЫМ
СТАНДАРТАМ
ПРОИЗВОДСТВА

*Экспериментируя с новым, мы сохраняем лучшее,
развиваясь в соответствии с задачами партнеров и заказчиков.*

*Благодарим всех участников сложного, общего для всех нас дела –
внедрения ответственной отечественной электроники –
и приглашаем вас в следующее «пятнадцатилетие»!*



1100 проектов



72 000 наименований



2 100 000 изделий



(495) 739-07-75



product@dolomant.ru



www.dolomant.ru



- пропускная способность и планы развития на производствах партнёров синхронизированы.

Наиболее актуальными направлениями сотрудничества на уровне кооперации компания ДОЛОМАНТ считает сегодня:

- изготовление нестандартных механических корпусных изделий из различных материалов и разными методами, включая метизы в необычной фактуре, изготовленные из нестандартных материалов;
- осуществление качественных химических, электрохимических покрытий корпусных деталей;
- специальная формовка компонентов, в том числе отечественного производства;
- широкий спектр испытательных тестов, включая механические, электрические, электростатические воздействия.

В перечисленных сферах идёт постоянный поиск ответственных и заинтересованных в кооперации предприятий. Есть надежда, что ДОЛОМАНТ не придётся развивать собственное производство во всех названных направлениях. По освоению надёжной кооперационной модели взаимодействия, часть операций или целые процессы делегируются выбранным партнёрам по производству.

За 15 лет работы (в этом году компания отмечает юбилей) удалось практически полностью реализовать стратегию тотального контроля за критическими процессами: самостоятельно освоено порядка 9/10 основных операций и одновременно установлены долгосрочные отношения с партнёрами по кооперации. Это вовсе не говорит о завершённости процесса: остаются проблемные стороны, сказывается влияние объективной нестабильности по отдельным направлениям, изменяются требования и задачи, равно как и технологии. Развитие собственного пред-

приятия и системы кооперации во многом происходит параллельно и непрерывно, замещая и дополняя друг друга.

В качестве примера решения, воплощённого в себе как собственные достижения ДОЛОМАНТ, так и результаты сотрудничества с партнёрами, следует привести новый продукт – планшет ОНИКС08, разработанный для комбинированного бортового/носимого применения в жёстких условиях эксплуатации и рекомендованного для использования в качестве маршрутного компьютера машиниста локомотива, панели оператора мобильного дефектоскопа, информационного терминала сотрудника полиции и т.д.

ОНИКС08: ОТСЕКЛИ ВСЁ ЛИШНЕЕ... И ДОБАВИЛИ ВСЁ НЕОБХОДИМОЕ

Из существующего ряда унифицированных и специальных устройств, известных на рынке, была определена и выбрана наиболее подходящая для отечественных потребителей базовая модель. Её дополнили, расширили функционал и, таким образом, создали новое устройство. И самое главное – специалисты ДОЛОМАНТ оперативно макетировали новинку, параллельно отработывая технологии производства, тестирования и испытаний.

В итоге ОНИКС08 успешно прошёл приёмочные испытания в соответствии с ТУ, подтверждающие его безотказную работу при температурах от -30°C , ударах до 100g и устойчивостью к пыли и влаге – то, что и требовалось по техническому заданию к проекту на «старте».

Особая заслуга ДОЛОМАНТ – налаженная система поставок комплектующих для производства планшетных компьютеров ОНИКС08. Поскольку предположение о востребованности устройства на рынке появилось уже на «старте» разработки, была поставлена задача о применении серийных технологий производства. В частности,

в конструкции ОНИКС08 используется литой корпус из магниевого сплава, что позволило достичь стоимости изделия на уровне зарубежных аналогов при несопоставимо большем объёме выпуска. Этот функционал – поставки корпуса – были переданы новому партнёру, с которым компания планирует наладить долгое и успешное сотрудничество.

Ещё одной особенностью производства планшета стала потребность в сверхчистом помещении для изготовления нестандартного экрана. Ранее такие производственные элементы в ДОЛОМАНТ востребованы не были. Эту операцию не удалось выделить из общего процесса, передать партнёрам, поэтому на производстве был создан собственный специализированный участок.

В чём основное преимущество этой разработки? Речь идёт о частном случае в ряду многих: создании одного из элементов отечественной доверительной электроники. Техническое задание, разработка, макетирование, испытания, постановка на серийное производство отечественной компании с участием российских же партнёров.

ОНИКС08, от схемотехники и исходных кодов системного программного обеспечения, разработан российскими инженерами, что гарантирует отсутствие аппаратных и программных закладок и недокументированных функций. Поддержка российских операционных систем AstraLinux и КПКД позволяет разработчикам программного обеспечения быстро перенести существующие программы на планшет и применить изделие на практике. Российское происхождение и производство также гарантируют срок доступности изделия не менее 10 лет, что очень важно для ответственных и масштабных проектов с длительным периодом эксплуатации оборудования.

Сегодня ОНИКС08 выпускается уже тысячами. Для компании ДОЛОМАНТ

это успешный, но не уникальный проект. Своими силами и в партнёрстве со стратегическими заказчиками компания создаёт доверительную электронику по собственным ОКР и по техническим заданиям заказчиков.

ГАРМОНИЯ С УЧЁТОМ РИСКОВ

Баланс между наращиванием собственных компетенций и встраиванием в надёжную кооперативную цепочку достигается компанией ДОЛОМАНТ путём оценки рисков: технологических, организационных и финансовых. Постановка под тотальный контроль новых производственных операций требует значительных финансовых, временных и кадровых ресурсов, но зачастую это является единственным возможным решением. При этом поиск надёжных партнёров и отработка взаимодействия с ними всегда актуальны – это ответственное и ресурсоёмкое направление деятельности предприятия.

Кооперация может развиваться проектно и функционально.

К первому типу относится грамотные взаимоотношения с конкретным заказчиком, имеющим собственные

сильные участки производства. В этом случае происходит разделение труда и ответственности, при котором каждая сторона задействует свои лучшие компетенции. В ходе совместных работ со многими заказчиками сложились системные кооперативные связи, разрывать которые невыгодно ни одной из сторон. Вертикаль таких связей в жизненном цикле готового изделия в отдельных проектах растёт с каждым реализованным проектом, а в частных заказах достигает максимума: от разработки через изготовление до сервисной поддержки в процессе эксплуатации.

Но подобное взаимодействие возможно лишь от проекта к проекту, с конкретными заказчиками. Его невозможно экстраполировать на производственные процессы в целом.

Второй вариант – развитие партнёрства на уровне привлечения технологий, вне конкретных проектов. Это очень сложный процесс, требующий не только наличия таких технологий у партнёра, но и общих стратегий, подходов к управлению производством и качеством, совпадения принципов взаимодействия. Опыт сотрудничества за

15 лет накоплен очень большой. Случались и редкие неудачи в кооперации, которые были своевременно отлажены, чтобы затем стать долгосрочными удачными партнёрствами.

В структуре производства ДОЛОМАНТ имеют место и тот, и другой путь построения эффективной кооперации.

Непрерывный поиск компромисса, баланса между собственным контролем над критическими операциями и кооперативным взаимодействием – это не просто реакция компании на поступающие вызовы. Сильной стороной предприятия уже 15 лет является визионерский взгляд в будущее, предвидение появляющихся потребностей и технологий, анализ рынка ведущих мировых производителей и превентивные решения, обеспечивающие самые высокие стандарты производства. В итоге в каждый временной срез своей истории ДОЛОМАНТ располагает эффективным инструментом производства электроники высшей категории надёжности для ответственных применений. Именно так создаётся отечественная доверительная электроника. 

TDK-Lambda

ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ



- Авторизованный сервисный центр
- Проработка технических решений
- Образцы для тестирования
- Склад

ProSoft®

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР
С 2002 ГОДА

(495) 234-0636
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU



ProSoft

Новости российского рынка

РЫНОК

Российская САПР сменила американскую на предприятии по производству подводного оружия

Концерн «Морское подводное оружие – Гидроприбор» внедряет в производство отечественную систему автоматизированного проектирования печатных плат Delta Design, сменившую американскую систему Mentor Graphics.



DeltaDesign

«Осенью 2016 года было принято решение, что мы будем внедрять этот продукт на нашем предприятии. В конце 2016 года был заключён договор. Проект ещё не завершён, он находится в активной стадии, но сейчас уже можно подвести предварительные итоги – функциональных возможностей системы достаточно для решения наших задач с учётом того, что у нас сложные изделия», – сообщил Дмитрий Касиманов на форуме «Белые ночи САПР» в Санкт-Петербурге.

«Мы рады тому, что такое авторитетное предприятие как АО «Концерн «МПО – Гидроприбор» сделало выбор в пользу нашей системы. Этот пример ломает устоявшийся стереотип, что разработка САПР электроники – это прерогатива иностранных компаний», – добавил Евгений Корнильев, замдиректора по развитию компании «Эремекс».

Концерн «Морское подводное оружие – Гидроприбор» (входит в корпорацию «Тактическое ракетное оружие») – производитель торпедного, минного, противоминного оружия, а также средств гидроакустического противодействия.

Delta Design – отечественная система автоматизированного проектирования электроники, которая позволяет обеспечить сквозной

цикл проектирования РЭУ на базе печатных плат. В состав системы входят следующие модули: менеджер библиотек и редактор компонентов, схемотехнический редактор, пакет схемотехнического моделирования, редактор правил проекта, редактор печатных плат, топологический трассировщик печатных плат с функцией автотрассировки.

www.eremex.ru

Комплексные поставки электронных компонентов

Компания АО «НИЦ «ИНТЕЛЕКТРОН» изначально начинала свою деятельность как второй поставщик электронной компонентной базы (ЭКБ) преимущественно иностранного производства для применения в вооружении, военной и специальной технике. Объединив многолетний опыт работы ведущих специалистов в области поставок электронных компонентов, компания стремительно набирала обороты, предлагая предприятиям-потребителям передовые высококачественные изделия лучших иностранных производителей.

INTEL electron

По мере увеличения потребителей, а вместе с тем и расширения номенклатуры поставляемой продукции, компания постепенно начала заключать партнёрские соглашения с российскими производителями ЭКБ, предлагая перспективные альтернативные российские электронные компоненты.

В настоящий момент АО «НИЦ «ИНТЕЛЕКТРОН» – квалифицированный поставщик ЭКБ отечественного и иностранного производства с широчайшим ассортиментом ЭКБ.

Основные преимущества работы с НИЦ «ИНТЕЛЕКТРОН»:

- в квалификационном перечне компании 29 групп продукции 21-го класса ЕКПС;
- инженерно-техническая поддержка разработчиков РЭА от планирования до серийного производства;
- 100% входной контроль поставляемых изделий, проведение сертификационных испытаний;
- поставка по гособоронзаказам 275-ФЗ с возможностью беспроцентного кредитования;
- поставка необходимого количества продукции в установленный срок с наименьшими затратами;
- выполнение гарантийных обязательств.

Компания поставляет ЭКБ для таких концернов, как АО «Концерн «Созвездие», АО «КРЭТ», АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей», концерн «РТИ», концерн «Моринформсистема-Агат» и многие др.

Ещё одно направление работы АО «НИЦ «ИНТЕЛЕКТРОН» связано с вложением собственных средств в разработку и производство импортозамещающих электронных компонентов. В настоящее время приступили к реализации программы по производству перспективных коаксиальных широкополосных переключателей СВЧ-сигналов для применения в СВЧ-аппаратуре, радиолокационных базовых станциях, измерительном оборудовании, автоматизированных измерительных комплексах.

Деятельность АО «НИЦ «ИНТЕЛЕКТРОН» направлена на непрерывное обновление и расширение номенклатуры поставляемой продукции и постоянное совершенствование качества оказываемых услуг. Профессиональный подход к делу вместе с высоким уровнем ответственности позволяют получать стабильный результат в решении любых задач.

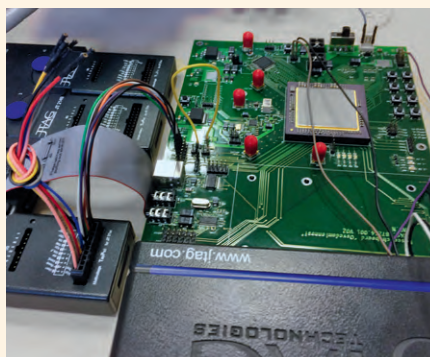
www.intelelectron.ru

Тел.: (495) 545-4256

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

JTAG Technologies представляет видеоотчёт по работе с микросборкой «Осведомлённость»

Специалисты российского представительства JTAG Technologies провели верификацию работы технологии периферийного сканирования, а также пакета JTAG ProVision на отладочной плате с микросборкой «Осведомлённость» от компании «Миландр». Это оказалось возможным благодаря тому, что сигнальный процессор 1967ВЦЗ, входящий в состав микросборки, поддерживает стандарт IEEE 1149.1



Были созданы и успешно запущены тесты JTAG-инфраструктуры, межсоедине-

ний, флэш-памяти, светодиодов и кнопок. Также проверена запись и верификация данных в EEPROM. Примечательно то, что тестируются не только связи на отладочной плате, но и внутри самой микросборки.

По результатам работы сделан вывод о том, что устройства, разработанные и собранные с использованием микросборки «Осведомлённость», могут тестироваться с помощью систем периферийного сканирования на базе JTAG ProVision.

Видео можно посмотреть на сайте www.jtagtechnologies.ru в разделе «О нас/Видео».



АНТЕННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ И ИСПЫТАНИЯ НА ЭЛЕКТРОМАГНИТНУЮ СОВМЕСТИМОСТЬ

АнТЭМС — реализация комплексных решений в области:



- Измерений параметров антенн
- Испытаний на электромагнитную совместимость
- Разработка и поставка безэховых, экранированных камер и тестовых комплексов
- Поставка акустических камер и оборудования для испытаний на звуковое воздействие
- Создание акустических безэховых камер «Тишины»
- Сопровождение проектов от разработки технического задания до ввода в эксплуатацию и аттестации

Реклама

ООО «АНТЭМС ГРУПП» / WWW.ANTEMC.RU / (495) 763-9004

4TEST

Поставка радиопоглощающих материалов и покрытий отечественного производства

EMC
PARTNER 

Поставка контрольно-испытательного оборудования системы испытаний на ЭМС


FRANKONIA

Безэховые камеры и системы для испытаний на устойчивость к излучаемым ЭМП


iac acoustics

Мировой лидер в производстве акустических камер и комплексов для звуковых испытаний любой сложности

Новости российского рынка

Суперкомпьютер C535 формата VPX 3U на базе GPGPU NVIDIA Jetson TX1 System-on-Module

Графические процессоры GPU (Graphics Processing Unit), содержащие сотни шейдерных процессоров с плавающей точкой, с успехом используются для параллельных вычислений неграфического характера (GP, General Purpose), и в бортовых высокопроизводительных вычислителях являются альтернативой обработке данных на FPGA.



Модуль C535 фирмы Aitech (Израиль) выполнен в формате VPX 3U и имеет производительность более одного терафлопс при потребляемой мощности максимум 17 Вт (60 гигафлопс на 1 Вт).

Суперкомпьютер C535 построен на базе системы-на-модуле NVIDIA Jetson TX1, на плате которой находится GPGPU архитектуры NVIDIA Maxwell с 256-ядрами CUDA (Compute Unified Device Architecture) и четырёхъядерный 64-разрядный процессор ARM Cortex A57. Таким образом, C535 заменяет собой два модуля – центральный процессор и сопроцессор для параллельных вычислений.

Модуль C535 выпускается в вариантах с воздушным и кондуктивным охлаждением. Диапазон рабочих температур –40...+85°C.

На базе C535 выпускается бортовая система на пять слотов VPX 3U, а на базе системы-на-модуле NVIDIA Jetson TX1 – малогабаритный бортовой суперкомпьютер A176 Cyclone для автономных беспилотных

аппаратов. Габаритные размеры компьютера A176 составляют 10 × 10 × 3 см, вес менее 1 кг. Диапазон рабочих температур A176 от –40 до +70°C, охлаждение корпуса безвентиляторное.

Программное обеспечение C535 и A176: операционная система Linux for Tegra (L4T) и библиотеки CUDA, OpenGL и OpenGL ES.

www.avdsys.ru/rugged

Модульный генератор для испытаний на кондуктивную устойчивость

Компания «АнтЭМС Групп» представляет генератор IMU3000 – 6 кВ НИП (наносекундные импульсные помехи) и 8 кВ МИП/КЗП (микросекундные импульсные помехи/одиночные колебательные затухающие помехи).

Генератор может использоваться для испытаний оборудования на следующие виды помех: устойчивость к электростатическим разрядам, импульсным помехам, провалам/прерываниям напряжения переменного и постоянного тока, магнитным полям промышленной частоты и импульсным магнитным полям, одиночным колебательным затухающим помехам, а также помехам частотой 0...150 кГц.

Генератор IMU3000 соответствует требованиям к испытательному оборудованию следующих стандартов: МЭК 61000-4-2 (16 кВ), МЭК 61000-4-4 ред. 3 (6,1 кВ), МЭК 61000-4-5 ред. 3 для 1/50 мкс и 10/700 мкс (8,1 кВ); МЭК 61000-4-12 (8,1 кВ); МЭК 61000-4-16, 61000-4-11 (-34), МЭК 61000-4-8, МЭК 61000-4-9, МЭК 61000-4-19.

«Сердцем» генератора IMU3000 является операционная система EMC PARTNER (EPOS).

В качестве пользовательского интерфейса используется современный 7-дюймовый цветной дисплей с сенсорной панелью, который обеспечивает ввод параметров и программирование испытательной системы. При этом на приобретение навыков работы с генератором требуется минимальное время.



Многofункциональное устройство связи/развязки (CDN) обеспечивает подачу помех в линии электропитания испытываемых технических средств, что исключает потери времени на переключения и затраты на дополнительные внешние CDN.

Внешние CDN для трёхфазных систем и линий передачи данных управляются либо вручную, либо автоматически через интерфейс RS-485, в зависимости от модификации устройства. При подключении автоматического CD, он появляется в меню IMU3000.

Для дистанционного управления с ПК необходимо установить программу ТЕМА3000.

ТЕМА3000 – современное ПО, работающее под управлением операционной системы Windows. ТЕМА3000 обеспечивает:

- управление генератором с ПК;
- объединение испытаний в последовательности;
- библиотеку предустановленных испытаний по стандартам;
- связь с осциллографами;
- протоколирование результатов испытаний.

При подключении с помощью Ethernet программа ТЕМА3000 в точности повторяет EPOS в IMU3000. Все параметры вводятся точно так же, как и на панели IMU3000. Любой генератор, подключаемый к ТЕМА3000, одновременно программируется по Ethernet. И наоборот, параметры, вводимые на IMU3000, обновляются в ТЕМА3000.

www.antemc.ru

Тел.: (495) 233-1250

Новая линейка СВЧ-усилителей АО «Микроволновые системы»

Предприятием АО «Микроволновые системы» (Москва) разработана, внедрена в производство и, начиная с 2016 года, по-



ставляется новая линейка мощных твердотельных широкополосных СВЧ-усилителей общепромышленного назначения частотного диапазона 2–18 ГГц.

Параметры усилителей приведены в таблице.

Наименование	ΔF , ГГц	$K_{\text{ус}}$, дБ	$P_{\text{выст}}$, Вт	t , °C	$K_{\text{СВН}}_{\text{вх/вых}}$	$K_{\text{ПД}}$, %
УМ1505Б	8–18	42	5–6	–40...+75	2,0 / 2,5	13–18
УМ1520Б	4–12	50	15–20	–40...+75	2,0 / 2,5	20–32
УМ1535Б	2–4	55	30–40	–40...+75	2,0 / 2,0	30–40

Макеты усилителей будут демонстрироваться с 18 по 23 июля на выставке «МАКС-2017» (Жуковский, павильон D9, стенд № 24).

www.mwsystems.ru

Тел.: (495) 917-2103

Новости российского рынка ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

Новинки от HARTING на HANNOVER MESSE 2017

В конце апреля в Ганновере (Германия) прошла одна из самых известных международных промышленных выставок – HANNOVER MESSE 2017. В этом году ярмарке исполнилось ровно 70 лет. Всё это время компания HARTING Technology Group участвовала во всех выставочных мероприятиях, тем самым закрепив за собой имидж самого надёжного партнёра.

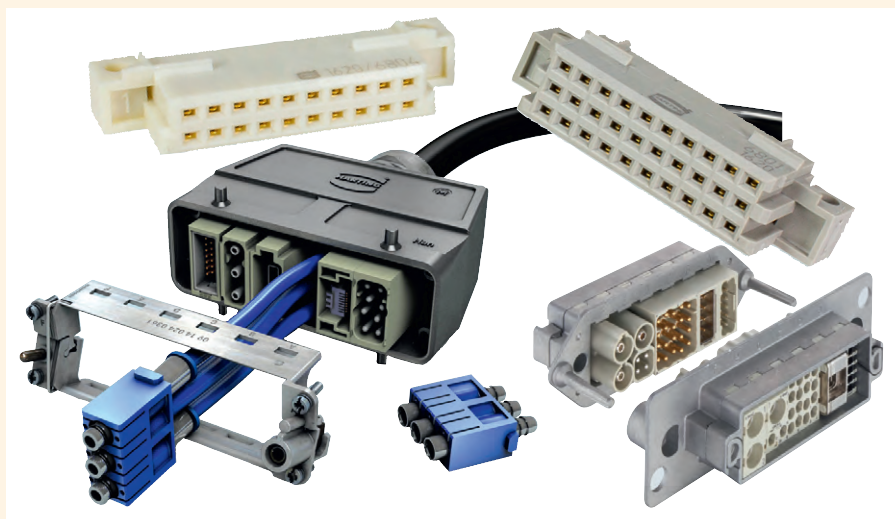
На протяжении всего этого времени HANNOVER MESSE было самым важным торговым событием в календаре HARTING. В этом году фирма представила основной стенд, занимающий около 1500 м², и выступила в качестве соучастника на нескольких совместных стендах.

«Для HARTING присутствие на HANNOVER MESSE является одним из самых важных маркетинговых инструментов, поэтому мы не надеемся на случай и планируем участие до мельчайших деталей. Мы используем эту возможность, чтобы демонстрировать наши последние технические разработки и вдохновлять наших партнёров по бизнесу», – говорит генеральный директор HARTING Technology Group Филипп Хартинг.

Фирма HARTING по традиции представила в Ганновере множество новых продуктов. Среди них – Han® Pneumatic Module Metal – новый металлический пневматический модуль для передачи сжатого воздуха, отвечающий повышенным требованиям при построении гибких производственных процессов. В соединителе применяются прочные долговечные контакты, изготовленные из металла и рассчитанные на большое количество циклов подключения – до 10 000 раз.

Новый соединитель позволяет работать с высоким постоянным давлением до 10 бар (вместо прежнего верхнего предела в 8 бар – для Han® Pneumatic модуля с пластмассовыми контактами). Для минимизации потери давления в пневматических контактах компания HARTING использовала моделирование потока воздуха.

Для новых гнездовых контактов с внутренними клапанами потеря давления вдвое меньше, чем у пластиковых пневматических интерфейсов. Эта разработка открывает новые возможности комбинирования для пневматики в модульных разъёмах с высоким числом сочленений (HMC). Электрические контакты для передачи сигнала и мощности теперь можно комбинировать с оптическими и пневматическими контактами в разъёмах HMC, эффективно используя монтажное пространство.



Среди представленных новинок хочется отметить разъёмы серии DIN 41612 3Q/3R. Компактный новый корпус составляет лишь треть от размера стандартного разъёма DIN, что позволяет использовать его в небольших устройствах и экономить пространство при установке. Разъёмы 3Q/3R специально разработаны для соединения двух печатных плат, расположенных перпендикулярно или параллельно, и поставляются с крепёжным зажимом или без него. Разъёмы подключаются к плате при помощи технологии «пайка в отверстия» (THR). Число контактов в разъёме составляет 20 или 30 штук с шагом расположения 2,54 мм. Это новое решение является не только миниатюрным, но и достаточно мощным, т.к. позволяет пропускать ток до 2 А на контакт.

Разъёмы 3Q/3R выполнены из высокотемпературного пластика и отлично подходят для монтажа методом пайки оплавлением. Серии DIN 41612 3Q/3R такие же прочные и надёжные, как и их полногабаритные «предшественники», и это особенно важно для многих заказчиков, использующих серию DIN 41612.

Han-Modular® Docking Frame Metal – это новое надёжное решение для подключения систем, которые должны быть сопряжены «вслепую» или соединены автоматически, например, в выдвижных ящиках распределительных шкафов. Стыковочная рама работает без каких-либо дополнительных шарнирных элементов, а соединительные модули Han-Modular® могут быть установлены непосредственно на неё, что экономит время монтажа и сокращает материальные затраты. В ассортименте модульных разъёмов HARTING более 100 различных типов, что предоставляет практически бесконечную гибкость и комбинаторность подключений.

Одна из рам имеет два длинных ведущих направляющих штифта, благодаря чему происходит плавная и точная состыковка в пазы рамы ответного разъёма. Поскольку для заземления часто используется отдельный модуль, стыковочный каркас не имеет установленного на нём PE-контакта, а заземление может быть добавлено в случае необходимости установкой модуля Han® PE.

Han-Modular® Docking Frame Metal можно подключать вручную или автоматически. Прочная и стабильная к механическим воздействиям конструкция обеспечивает достаточную безопасность для любых применений.

Не менее важное достижение, которое было представлено на выставке и стоит отметить, – промышленный микрокомпьютер MICA, победитель конкурса HERMES AWARD в 2016 году.

В данный момент HARTING реализует четыре бизнес-модели:

1. Внутренняя разработка (создание новых функций, освоение новых задач);
2. Сотрудничество с партнёрами по развитию и внедрению продукта, например, с Digital Technology Poland (DTP);
3. Сотрудничество с партнёрами в области обработки облачных данных, например, с IBM Watson;
4. Создание локальной сети, в которой партнёры могут обмениваться мнениями о своих приложениях и опыте работы с MICA.

Как говорит Филипп Хартинг: «Постоянно находиться в контакте – также наша бизнес-модель», поэтому за подробной информацией о продукции немецкого производителя обращайтесь к специалистам официального дистрибьютора HARTING в России – компании ПРОЧИП.

www.prochip.ru
Тел.: (495) 232-2522

Новости российского рынка

Дисплеи 3 ATI для авиационного радиоэлектронного оборудования

Дисплеи серии 3 ATI, предлагаемые компанией Industrial Electronic Engineers, Inc. (IEE), с квадратным экраном (соотношение размеров экрана 2,41" × 2,41") на основе светодиодной подсветки являются идеальной заменой традиционным дисплеям на электронно-лучевых трубках. Они позволяют смягчить процесс устаревания этих дисплеев и включить новые технологии в авиационные платформы, обеспечивая множество улучшений в течение жизненного цикла.

Отличительной особенностью дисплеев является применение технологии «система-на-модуле» (System on Module) с микропроцессором, цифровым сигнальным процессором и графическим ускорителем, которые совместно предлагают высокий уровень вычислительной производительности и усовершенствованные параметры обработки видеозображения.

Доступен обширный набор оборудования управления вводом/выводом, включая Ethernet, S-видео, RS-232/422, MIL-STD-1553, ARINC429 и ARINC818.

Яркость дисплея управляется поворотным шифратором, расположенным на передней панели, под контролем встроенного программного обеспечения.

Основные характеристики дисплеев 3 ATI:

- активная площадь экрана: 2,41" × 2,41", размер диагонали 3,4";
- 24-разрядное представление цвета;
- разрешение 300 × 300 пикселей, вертикальная компоновка RGB;
- система подсветки на светодиодной матрице;
- регулируемая яркость свечения экрана, режим работы «день/ночь»;
- угол обзора изображения: ±65 по горизонтали; -10/30 по вертикали;
- процессор: система на модуле DM370, включающая:
 - ARM Cortex®-A8, частота 800 МГц, 256/512 или 512/512 Мбайт DRAM/Flash;
 - ядро DSP TMS320C64x™ частота шины 800 МГц;
 - графический ускоритель POWER SGX™.

Запроектирована упрочнённая конструкция для применения в обитаемых отсеках военных истребителей. Соответствие NVIS: Type I и Type II, Class B очки ночного видения (NVG, Night Vision Goggles) согласно MIL-STD-3009 для многоцветного дисплея.

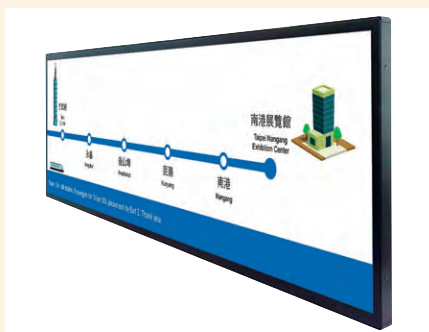


По отдельному заказу поставляются видео-интерфейсы и интегрированные фальш-панели с переключателями.

www.prosoft.ru
Тел.: (495) 234-0636

Самый большой в мире полосковый дисплей Spanpixel 5745-I от Litemax

Компания Litemax (Тайвань), пионер на рынке полосковых дисплеев, выпустила новый дисплей с диагональю 57,4" (формат 16:3.4) – самый большой в мире полосковый дисплей Spanpixel 5745-I. Благодаря этой разработке компания Litemax стала ещё сильнее на рынке информационных дисплеев.



Дисплей предназначен для работы в информационных табло, рекламных витринах и для отображения расписания общественного транспорта.

Важная особенность всех дисплеев Litemax, и 5745-I не стал исключением, – высокая яркость, благодаря которой картинка на дисплеях читается даже при ярком свете (ярко освещённые терминалы, цеха, магазины, яркий солнечный свет на улице).

Полосковый ЖК-дисплей (также «широкоформатный дисплей», «bar-type панель», «резанный дисплей» и даже «узкий монитор») – это дисплей на жидких кристаллах, у которого с помощью высокоточного оборудования отрезали часть активной области, чтобы получить сверх широкую рабочую область. У Litemax серия полосковых мониторов называется Spanpixel.

Краткие характеристики дисплея 5745-I:

- размер по диагонали 57,4";
- разрешение 3840 × 807;

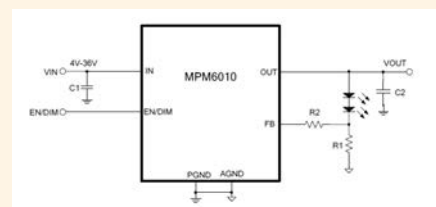
- яркость 1000 кд/м²;
- формат 16:3,4;
- подсветка дисплея LED.

www.prochip.ru
Тел.: (495) 232-2522

Новый LED-драйвер на базе MPM610 с интегрированной индуктивностью

Компания Monolithic Power Systems (MPS) представила новый светодиодный драйвер на базе интегральной микросхемы MPM610 с интегрированной индуктивностью.

MPM610 представляет собой модуль синхронного, понижающего преобразователя со встроенным силовым МОП-ключом, индуктивностью и двумя конденсаторами.



Таким образом, MPM3630 является компактным решением для питания мощных светодиодов с входным напряжением от 4 до 36 В и максимальным током в цепи светодиодов до 1,5 А.

Драйвер поддерживает регулировку яркости светодиодов посредством ШИМ-диммирования. Отличительной особенностью микросхемы является небольшое количество внешних компонентов: два конденсатора по питанию и два резистора для задания нужного выходного тока.

Микросхема имеет защиту от короткого замыкания, перегрева и обрыва в цепи светодиодов. ИС сертифицирована по стандарту AEC-Q100 и предназначена для питания мощных светодиодов в автомобиле.

www.prochip.ru
Тел.: (495) 232-2522

Радиационно-устойчивые 3-канальные DC/DC-преобразователи для низкоорбитальных КА

Подразделение компании Infineon Technologies AG – International Rectifier HiRel Products – представляет 40-ваттные радиационно-устойчивые трёхканальные DC/DC-преобразователи серии M3H, предназначенные для применения в условиях умеренных воздействий полей ионизирующих излучений космического пространства, с которыми сталкиваются низкоорбитальные спутники и космические корабли.

Для применений в условиях более жёстких воздействий полей ионизирующих из-

Новости российского рынка

лучений космического пространства рекомендуется применять радиационно-стойкие DC/DC-преобразователи серии M3N. Повышение радиационной стойкости системы до более высоких показателей может быть просто обеспечено применением преобразователей серии M3N, так как они имеют такие же габаритные размеры корпуса и совместимы по расположению выводов с модулями серии M3N.



Для систем с меньшими габаритными размерами и потребляемой мощностью рекомендуется применять радиационно-стойкие DC/DC-преобразователи серии LA.

Основными свойствами преобразователей серии M3N являются: выходная мощность до 40 Вт, небольшие габаритные размеры и вес, высокая стойкость к дозовым эффектам и одиночным событиям радиационных эффектов, а также таким воздействующим факторам внешней среды, как предельные температуры, механические удары и вибрации.

Преобразователи серии M3N разработаны с использованием проверенной методики проектирования, основанной на богатом опыте проектирования оборудования для космических применений. Проектирование предусматривает выбор компонентов с подтвержденной надежностью и известными параметрами радиационной стойкости, а также требованиями к отклонению от номинальных параметров MIL-STD-975 и MIL-STD-1547. Обеспечение значительного запаса по допустимому напряжению затвора и стока силового транзистора MOSFET минимизирует возникновение эффектов SEGR и SEB при воздействии тяжелых заряженных частиц.

Преобразователи выполнены на основе прямоходовой топологии с фиксированной частотой переключения силового ключа (450...500 кГц) и трансформаторной развязкой в контуре обратной связи с внутренними помехоподавляющими фильтрами на входе и выходе. Частота преобразования может контролироваться через специальный вывод. Эти преобразователи соответствуют требованиям к генерируемым кондуктивным помехам и стойкости к воздей-

ствию помех стандарта MIL-STD-461C без необходимости применения каких-либо дополнительных компонентов.

Все модели оснащены входом дистанционного включения/выключения (блокировки). Герметичный стальной корпус имеет размеры 76,2 × 63,5 × 11,3 мм (с учетом монтажных проушин) и вес менее 125 г. Крышка приварена с применением шовно-роликовой технологии, а в медных выводах используются прочные сквозные керамические сердечники.

Модули преобразователей напряжения серии M3N обеспечивают выходные напряжения +5/±12 и +5/±15 В. Предлагаются модели для работы в системах электропитания с напряжениями шины 28, 50, 70 и 120 В.

Основные параметры трехканальных модулей серии M3N:

- суммарная накопленная доза более 25 крад (Si);
- гарантируется отсутствие одиночных эффектов при воздействии протонов и тяжелых заряженных частиц с пороговыми линейными потерями энергии (ЛПЭ) до 37 МэВ·см²/мг;
- основной выходной канал изолирован от дополнительных выходных каналов напряжения;
- диапазон входного напряжения: 18–50 В (для моделей M3N280512T и M3N280515T);
- нестабильность по напряжению основного канала не более 1%; нестабильность дополнительных каналов не более 5%;
- типовой КПД до 79%;
- диапазон рабочих температур от –55 до +125°C;
- электрическое сопротивление изоляции 100 МОм;
- электрическая прочность изоляции 500 В постоянного тока;
- емкостная нагрузка по основному каналу 1000 мкФ; для дополнительных каналов 200 мкФ;
- сервисные функции: защита от пониженного входного напряжения, короткого замыкания и перегрузки по току, вход блокировки;
- среднее время между отказами (MTBF), рассчитанное по MIL-HDBK-217F2 для условий орбитального полета при температуре корпуса +35°C, составляет 1,5 × 10⁶ час.

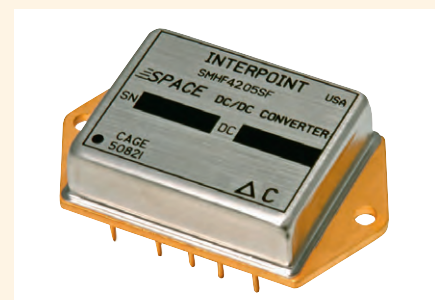
Поставка всех указанных серий преобразователей напряжения в Россию осуществляется без оформления экспортной лицензии в государственных ведомствах США, ответственных за регулирование экспорта технологий и продукции военного назначения.

www.irf.com/hirel

Радиационно-стойкие 15-Вт DC/DC-преобразователи для шин 42 и 50 В

Компания Crane Aerospace & Electronics, известный производитель DC/DC-преобразователей и помехоподавляющих фильтров для применений в аппаратуре ракетно-космической техники (поставляются под торговой маркой Interpoint®), объявила о начале производства новой серии радиационно-стойких преобразователей напряжения.

Новая серия SMHF42 специально разработана для работы в электронных комплексах с шинами электропитания 42 и 50 В.



Серия SMHF42 включает 15-Вт одно- и двухканальные модули с гальванической развязкой для работы в диапазоне входного напряжения от 35 до 55 В, способные выдерживать импульсные напряжения 80 В длительностью 50 мс.

Предлагаются модели в исполнениях Class H и Class K согласно MIL-PRF-38534 с уровнями радиационной стойкости L (суммарная накопленная доза 50 крад) и R (суммарная накопленная доза 100 крад). Гарантируется стойкость к воздействию одиночных заряженных частиц с линейными потерями энергии (ЛПЭ) до 86 МэВ·см²/мг. Модули способны работать в условиях воздействий факторов внешней среды в диапазоне температур от –55 до +125°C.

Одноканальные модели формируют пять выходных напряжений 3,3; 5; 5,2; 12 и 15 В, а четыре двухканальных модели обеспечивают выходные напряжения ±5, ±7, ±12 и ±15 В.

Обширный набор сервисных функций: дистанционная блокировка, синхронизация преобразования внешним сигналом, защита от короткого замыкания и пониженного входного напряжения обеспечивают надежную работу.

Модули выполнены в герметичных корпусах с габаритными размерами 37,08 × 28,70 × 8,38 мм.

Радиационно-стойкие преобразователи напряжения компании Crane Aerospace & Electronics широко используются во многих космических программах, включая Mars Rover, Cygnus, Aquarius, Dawn, ГЛОНАСС, МКС и многие другие.

Новости российского рынка

Поставка моделей со стойкостью в области дозовых эффектов 50 крад (Si) осуществляется на основании Правил экспортного регулирования (Export Administration Regulations, EAR) EAR99 без оформления лицензии на экспорт в государственных ведомствах США, ответственных за регулирование экспорта технологий и продукции военного назначения.

www.prosoft.ru
Тел.: (495) 234-0636

Миниатюрные соединители для жёстких условий эксплуатации

АО «Карачевский завод «Электродеталь» приступил к освоению миниатюрных высоконадёжных соединителей СНП401 в рамках ОКР «Деталь-И462». В конце 2017 г. первые опытные образцы будут направлены клиентам.



Соединители являются аналогами импортных соединителей Harwin серии Data-mate L-Tek и J-Tek и NICOMATIC серии 200 и 220.

Соединители предназначены для работы в жёстких условиях эксплуатации, устойчивы к воздействию высоких температур, вибрациям и ударным нагрузкам.

Двухрядные соединители с шагом контактов 2 мм, ответные части соединителей фиксируются с помощью защёлок или винтов, предназначены для подключения типа плата-кабель.

www.elektrodetal.com
Тел.: (48335) 2-00-01

Новые контакторы, сертифицированные UL/IEC для работы при 1500 В постоянного тока

Компания GIGAVAC анонсирует дополнение к своей линейке запатентованных контакторов HX241 и HXNC241.



Эти новые герметично-закрытые высоковольтные контакторы постоянного тока предлагаются как в нормально-открытой (HX241), так и нормально-закрытой версии (HXNC241).

Обе модели имеют одобрение UL (компания по стандартизации и сертификации в области техники безопасности) и IEC (международная электротехническая комиссия) для эксплуатации при напряжении 1500 В постоянного тока.

Имея компактный размер (77 × 77 мм), обе версии удовлетворяют требованиям: UL1604 для класса I и II, Div. 2 и класса III для использования во взрывоопасных зонах; IP67 для временного погружения в воду в течение 30 мин; SAE J1171 – для защиты от внешнего воспламенения и ISO8846 для защиты от воспламенения в среде горючих газов.

Дополнительные вспомогательные контакты доступны как в нормально-разомкнутом, так и в нормально-замкнутом исполнении.

Способные пропускать непрерывный ток до 400 А, эти контакторы GIGAVAC являются идеальным выбором для разнообразного использования, например, в инверторных системах или в различных системах промышленных приводов, включая рельсовые и тяговые системы.

Производитель заявляет, что эти контакторы являются прекрасным дополнением к другим герметичным коммутационным устройствам GIGAVAC, и даёт клиентам надёжную альтернативу обычным открытым и закрытым (не герметичным контакторам).

www.gigavac-rus.com
Тел.: (495) 925-5015

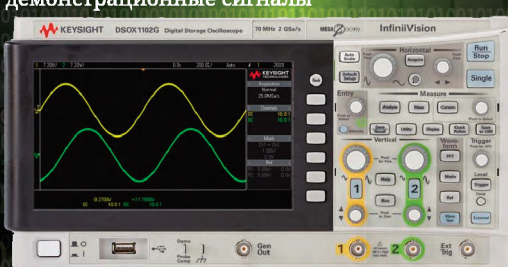


«ЭрисКом» — официальный дистрибьютор Keysight Technologies в России.

Новые осциллографы Keysight InfiniiVision 1000 серии X

Высокое качество и признанные в отрасли технологии по невероятно низким ценам.

- Скорость обновления сигналов на экране 50 000 осц/с
- Выполнение измерений на профессиональном уровне, включая тестирование на соответствие маске, математические функции, БПФ, представление сигналов аналоговых шин, запуск по протоколу и декодирование данных последовательных шин
- Встроенный генератор сигналов WaveGen и анализатор частотной характеристики
- Быстрое обучение работе с осциллографом; встроенная справочная система и демонстрационные сигналы



Тел. / Факс: +7 (499) 218-2353
www.eriscom.ru | info@eriscom.ru

 KEYSIGHT TECHNOLOGIES
Авторизованный дистрибьютор

Новости российского рынка

Новые серии ЧИП-индуктивностей TDK

Компания «Платан» расширила складской ассортимент ЧИП-индуктивностей производства TDK-Epcos.

Экранированные мотанные VLS-индуктивности предназначены для применения в силовых цепях. Низкопрофильные корпуса этой серии не превышают 4,5 мм (от 0,8 до 4,5 мм), имеют надёжный магнитный экран и могут использоваться для высокоплотного монтажа на печатных платах. Номинальный ток индуктивностей этой серии находится в диапазоне от 0,33 до 13,5 А.

SPM проволочные экранированные индуктивности для силовых цепей имеют максимальную высоту корпуса 1,2; 1,5; 2 и 3 мм. В отличие от ферритовых проволочных индуктивностей SPM-серия имеет более высокий рабочий ток, низкое сопротивление



постоянному току и компактные габариты. Также, эти индуктивности более термостабильны и не подвержены отклонениям номинальной индуктивности при температурных сдвигах. В конструкции использован металлический магнитный экран и штампованная катушка, что снижает шумы (по сравнению с клеевой катушкой).

ЧИП экранированные многослойные индуктивности серии MLZ предназначены для цепей развязки, требующих отличных DC-параметров. Индуктивности MLZ-H имеют

номинальный ток, сопоставимый с током проволочных индуктивностей. MLZ-W отличаются повышенным рабочим током при низком сопротивлении постоянному току.

Многослойные MHQ ЧИП-индуктивности имеют высокий Q-фактор добротности и предназначены для высокочастотных применений. Компоненты выпускаются в двух типокорпусах: MHQ1005P (0402) и MHQ0603P (0201). Благодаря высокому фактору добротности они дают более низкое ослабление сигнала. Добротность достигается за счёт использования внутреннего электрода, который снижает паразитные влияния и повышает собственную частоту колебаний. Характеристики MHQ серии сопоставимы с проволочными мотаными ЧИП-индуктивностями.

info@platan.ru

Тел.: (495) 97-000-99

ИНСТРУМЕНТЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Designer X PRO – первый 3D-принтер из обновлённой линейки PICASO 3D

PICASO 3D – первый и ведущий российский производитель 3D-принтеров. Летом 2017 года на рынок выходит первый 3D-принтер из обновлённой линейки – Designer X PRO.

Это принтер с обновлённым ядром, с новой идеей и множеством передовых решений, созданных инженерами PICASO 3D для выполнения сложных задач. Больше не нужно выбирать между скоростью и качеством. Designer X PRO обеспечивает самую быструю двухматериальную/двухцветную печать среди настольных 3D-принтеров: до 5 с в чистовом режиме и до 250 мс в черновом режиме.



Благодаря новой системе направленной подачи пластика в печатающей головке и большому диапазону рабочих температур механических узлов, Designer X PRO позволяет использовать широкий спектр материалов, таким образом:

- максимальная температура экструдера +380°C;
- максимальная температура рабочей платформы +140°C.

Встроенные сетевые функции позволяют объединять 3D-принтеры Designer X PRO в едином интерфейсе обновлённого POLYGON X и с лёгкостью управлять работой каждого из них.

На данный момент 3D-принтер Designer X PRO готовится к серийному запуску в розничную продажу, сейчас же он доступен по предзаказу по сниженной цене.

Применение аддитивных технологий является конкурентным преимуществом компаний самых различных отраслей: инженерия, архитектура, медицина, производство, образование, робототехника, авиастроение. Набирает обороты обучение 3D-печати со средней школьной ступени, готовя площадку под реализацию Национальной Технологической Инициативы 2035 года.

По вопросам тестовой печати и сотрудничества: marketing@picaso-3d.ru.

picaso-3d.com

Изменение ряда компонентов в ламинатах серии TMM®

С 1 мая 2017 года компания Rogers заменила два компонента, используемых при производстве ламинатов серии TMM®. К ним относятся электроосаждённая (ED) медь и один из клеевых композитов.

Данная замена является плановой и связана с прекращением поставок сырья, используемого для производства данных компонен-



тов. Электроосаждённая медь, выбранная для замены, имеет тот же класс IPC (IPC-4562, класс 3. НТЕ-тип E) и поставляется прежним поставщиком. Она изготовлена с обеспечением такой же шероховатости, что и у меди, используемой в настоящее время, поэтому у неё сохраняются те же самые механические и радиочастотные характеристики.

Клеевой композит, выбранный для замены, также поступает от прежнего поставщика и полностью соответствует всем важным характеристикам композита, используемого до настоящего времени, включающим молекулярную массу, молекулярную структуру, а также способность вступать в реакцию с другими полимерами.

В таблице представлены краткие сведения о материалах, подвергающихся этим двум изменениям.

Для всех модификаций материалов TMM будут введены новые обозначения. В новых условных обозначениях с целью обеспечения лёгкой идентификации будет использована спецификация IPC для медного покрытия.

www.eltm.ru

Тел.: (499) 218-2360

Наименование	Изменение	Изменяемые конфигурации
Ламинаты серии TMM	Замена меди	Весь ламинат серии TMM, поставляемый с электроосаждённой (ED) медной фольгой
	Замена клеевого композита	Весь ламинат серии TMM, поставляемый с покрытием

Новости российского рынка

Система НАСК нового поколения

Холдинг «Информтест» занимается разработкой, изготовлением и поставкой специализированных систем контроля и диагностики наземной электронной аппаратуры и устройств контроля космических аппаратов, систем передачи данных и космической связи. Коллектив специалистов сформировался из известных зеленоградских разработчиков бортовой и наземной аппаратуры космического назначения.

Многолетний опыт Холдинга «Информтест» в области разработки контрольно-проверочной аппаратуры (КПА) для ответственных объектов контроля, а также инновационные разработки модульного оборудования в стандарте AXIe позволяют реализовать Наземную автоматизированную систему контроля (НАСК) нового поколения.

Необходимо отдельно отметить принципиально новые технические и технологические подходы к построению системы НАСК, позволяющие в несколько раз сократить массогабаритные характеристики системы и комплекта адаптеров подключения, сократить время тестирования объектов контроля до 10 раз (относительно систем НАСК предыдущего поколения), а также добиться полностью автоматизированных проверок объектов контроля, не требующих вмешательства оператора в процесс проверок.

Стандарт AXIe, заложенный в основу НАСК нового поколения, является наиболее новым и перспективным открытым международным стандартом, вобравшим в себя общие принципы модульного построения автоматизированных систем, а также ряд неоспоримых преимуществ. Сравнения со стандартами VXI и PXI можно найти на сайте консорциума стандарта AXIe.

Одним из важнейших преимуществ НАСК нового поколения является унифицированная коммутационная система (УКС), разработанная, как и основная аппаратная часть комплекса, в стандарте AXIe. Именно это даёт возможность разместить основную аппаратную часть и УКС в одном крейте. Данный подход позволяет сократить весовые характеристики системы НАСК минимум в 4 раза и в 2 раза уменьшить энергопотребление (относительно системы НАСК, построенной на стандартных лабораторных приборах). Специалисты холдинга могут подготовить проект замены старого поколения НАСК, построенной на им-

портных лабораторных приборах Keysight (США) и импортных модульных приборах в стандарте PXI от National Instruments (США) или Marvin Geotest (США), на новую систему на российских модульных приборах собственного производства в стандарте AXIe.

Приведём лишь некоторые преимущества НАСК в стандарте AXIe:

- Управление всеми аппаратными средствами, включая УКС НАСК нового поколения, осуществляется через интерфейс LXI (максимальная скорость 1 Гбит/с), что позволяет сократить время проведения проверок объектов контроля до 4–8 раз.
- УКС в стандарте AXIe содержит три вида коммутаторов: функциональные, силовые и СВЧ. Полный набор модульных коммутаторов позволяет реализовать полностью автоматизированные алгоритмы проверки объектов контроля, исключая влияние человеческого фактора и одновременно сокращая общее время проверок, т.к. не требуется перекоммутация измерительных линий в процессе проведения проверок объекта контроля.

Отдельного представления заслуживает технология подключения объектов контроля к системе НАСК нового поколения.

В связи с технологическим развитием модульного оборудования подавляющее большинство логических функций, необходимых для тестирования объектов контроля, удалось разместить непосредственно в базовом комплексе системы НАСК нового поколения. Тем самым удалось избавиться от громоздких металлических коробов на адаптерах подключения и сократить себестоимость каждого адаптера в несколько раз.

Наборный матричный рычажный соединитель удалось заменить на комплект наборных разъёмов. В стандартной комплектации НАСК нового поколения используется три наборных разъёма с различными соединительными вставками. Этим решением удалось превратить адаптеры подключения в обычные кабельные сборки, повысив общий уровень технологичности и надёжности. Но необходимо отметить – подобное решение применимо при относительно небольшом количестве объектов контроля – не более 40 штук номенклатурного ряда. При большем количестве объектов контроля рациональнее использовать наборный матричный рычажный соединитель.

НАСК нового поколения может использоваться как готовый комплекс для про-



ведения автоматизированных тестов, так и набор автономных модульных приборов для проведения ручных проверок и регулировочных работ (в том числе в заводских условиях).

Комплект программного обеспечения (ПО) НАСК нового поколения работает под управлением современных версий операционных систем: Windows 7, Windows 10. Специальный комплект программного обеспечения (СПО) создан Холдингом «Информтест» специально для возможности написания циклограмм проверки объектов контроля собственными силами заказчика. СПО НАСК нового поколения не требует углублённых знаний в области программирования и представляет собой интуитивно понятный пользовательский интерфейс, который позволяет создавать и редактировать тестовые последовательности специалистами инженерных специальностей из штата заказчика. Данные работы не требуют вмешательства со стороны изготовителя, тем самым избавляя заказчика от существенных экономических издержек на модернизацию библиотеки тестовых программ для изменяющейся номенклатурной базы объектов контроля.

www.informtest.ru
Тел.: (495) 983-1073

Новости российского рынка

Машина гибки и резки полужёсткого коаксиального кабеля от ООО «Планар»

ООО «Планар» представляет новинку собственной разработки – машину гибки и резки полужёсткого коаксиального кабеля.

Машина предназначена для гибки и резки полужёстких кабелей с оболочкой из медной и алюминиевой цельнотянутой трубки. Позволяет по заданной программе произвести гибку кабеля в трёх плоскостях.

Обеспечивает сохранение круглой формы оболочки кабеля в местегиба, что в свою очередь позволяет достигнуть предельно возможных параметров кабельной сборки, например, получить значение коэффициента отражения не хуже –30 дБ на частоте 20 ГГц.

Особенности машины:

- 4 электрические оси, ЧПУ, клавиатура для управления машиной в реальном времени;
- использование двух радиусов гибки на одной заготовке;
- компенсация упругой деформации кабеля;
- неограниченная длина кабеля;
- отрезка сформованной заготовки;
- конвертер IJS-файлов.



В базовой комплектации машина обрабатывает следующие кабели:

- полужёсткие кабели с экраном из медной и алюминиевой трубки (EZ 86, EZ 141 и подобные);
- кабели с пропаянной оплёткой (SUCOFORM_86, SUCOFORM_141 и подобные).

По согласованию с заказчиком возможно изготовление сменных инструментов для обработки кабелей других диаметров.

Характеристики машины:

- диаметр обрабатываемых кабелей от 1 до 7 мм;

- возможные радиусы гибки от 5 до 30 мм;
- ход гибочной системы роликов – 210°;
- погрешность позиционирования кабеля $\pm 0,15$ мм;
- погрешность позиционирования гибочного рычага $\pm 0,15^\circ$;
- погрешность поворота кабеля $\pm 0,10^\circ$;
- размеры (Д × Ш × В) – 800 × 380 × 380 мм;
- масса 46 кг;
- требования по подключению: однофазная сеть 220 В; сжатый воздух 0,7 МПа.

www.planarchel.ru
Тел.: (351) 729-9777

Индивидуальное решение – каждому производству

С начала 2017 г. специалистами ЗАО «Ламинарные системы» сдано в эксплуатацию 15 чистых зон, изготовленных по индивидуальному техническому заданию ведущих промышленных предприятий страны. Каждая зона уникальна, поскольку спроектирована с учётом особенностей технологического процесса, осуществляемого на каждом конкретном предприятии. Зоны имеют различные габариты, отличаются материалом ограждающих конструкций (металл, стекло или ламели ПВХ) и классом чистоты по ГОСТ ИСО 14644-1-2002.

Размер самых миниатюрных чистых зон для установки непосредственно над рабочими местами (монтажные столы, оборудование) составляет 1200 × 600 мм (Ш × Г). Самые крупные, позволяющие в комплексе создать целые участки и цеха определённого класса чистоты, имеют размеры 7200 × 3000 мм (Ш × Г).

В отличие от чистых помещений чистые зоны являются намного более экономичным вариантом обеспечения чистоты воздушной среды в рабочей зоне, поскольку не требуют создания целого комплекса, включающего



приточно-вытяжную вентиляцию с подсистемами кондиционирования и очистки воздуха, воздухораспределительные устройства, электрические и газовые сети и сложнейшую систему управления всем комплексом чистого помещения.

В свою очередь, чистые зоны, являясь элементом индивидуального проектирования, могут решать самые разнообразные задачи. Для наиболее ответственных операций в чистые зоны интегрируются ламинарные укрытия (боксы), локально обеспечивающие

более высокий класс чистоты. И наоборот, зоны могут иметь тамбур более низкого класса чистоты, предназначенный для переодевания персонала. Освещение внутри чистой зоны может быть неактивным, светодиодным и др. Ограждающие конструкции могут быть светопоглощающими или иметь цветную тонировку, а гибкие ПВХ-ламели позволяют интегрировать в чистую зону любое технологическое оборудование.

www.lamsys.ru
Тел.: (3513) 255-255

Генератор сверхчистых сигналов в отрасли



При разработке ВЧ компонентов последнего поколения возможность оценить истинные параметры вашего устройства является решающей. Опережайте конкурентов и усиливайте свои позиции на рынке с генератором SMA100B. Он формирует чистейший сигнал с самым низким однополосным фазовым шумом и лучшими ВЧ характеристиками. Ваш новый генератор SMA100B — это чистейший сигнал и высочайшая выходная мощность без компромиссов.

www.rohde-schwarz.com/ad/purest-signal




ROHDE & SCHWARZ

Краткие технические характеристики

Краткие технические характеристики		
Частота		
Частотный диапазон	R&S®SMAB-B103	от 8 кГц до 3 ГГц
	R&S®SMAB-B106	от 8 кГц до 6 ГГц
	R&S®SMAB-B112	от 8 кГц до 12.75 ГГц
	R&S®SMAB-B120	от 8 кГц до 20 ГГц
Уровень		
Максимальная гарантированная выходная мощность	R&S®SMAB-B103/-B106, $f = 6$ ГГц	
	стандартная	+19 дБмВт
	опция R&S®SMAB-K31	+25 дБмВт
	опции R&S®SMAB-K31 и R&S®SMAB-B32	+30 дБмВт
	R&S®SMAB-B112/-B120	
	стандартная	
	$f = 13$ ГГц	+18 дБмВт
	$f = 20$ ГГц	+17 дБмВт
	опция R&S®SMAB-K33	
	$f = 6$ ГГц	+23 дБмВт
	$f = 20$ ГГц	+20 дБмВт
	опция R&S®SMAB-K33 and R&S®SMAB-B34	
	$f = 6$ ГГц	+28 дБмВт
	$f = 20$ ГГц	+24 дБмВт
Спектральные характеристики		
Однополосный фазовый шум	$f = 1$ ГГц, полоса измерения 1 Гц	
	стандартно	< -135 дБн, -139 дБн (тип.)
	отстройка от несущей = 20 кГц	
	опция R&S®SMAB-B710N, отстройка от несущей = 10 кГц	< -135 дБн, -139 дБн (тип.)
	опция R&S®SMAB-B711N, отстройка от несущей = 10 кГц	< -147 дБн, -152 дБн (тип.)
	$f = 10$ ГГц, полоса измерения 1 Гц	
	стандартно	-115 дБн, -119 дБн (тип.)
	отстройка от несущей = 20 кГц	
	опция R&S®SMAB-B710, отстройка от несущей = 10 кГц	-115 дБн, -119 дБн (тип.)
	опция R&S®SMAB-B711, отстройка от несущей = 10 кГц	-128 дБн, -132 дБн (тип.)
Гармоники	10 МГц < $f \leq 6$ ГГц, $P = 18$ дБмВт для оснащёнными опциями R&S®SMAB-B32 и R&S®SMAB-B103/-B106	< -60 дБн
	10 МГц < $f \leq 20$ ГГц, $P = 16$ дБмВт для приборов оснащённых опциями R&S®SMAB-B34 и R&S®SMAB-B112/-B120	< -55 дБн
Негармонические составляющие	$f = 1$ ГГц, отстройка > 10 кГц от несущей, 10 дБмВт	< -92 дБн
	$f = 1$ ГГц, отстройка > 10 кГц от несущей, 10 дБмВт с опцией R&S®SMAB-B711	< -100 дБн
Поддержка режимов модуляции		
Импульсная модуляция		опция R&S®SMAB-K22
Время нарастания/спада	R&S®SMAB-K22, $f > 700$ МГц	< 10 нс, 5 нс (тип.)
Отношение вкл/выкл	R&S®SMAB-K22	> 80 дБ
Минимальная длительность импульса	R&S®SMAB-K22	< 20 нс



ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ РАЗЪЕМЫ

M 12

M 23

M 27

Сигнальные разъемы

Силовые разъемы

Промышленный Ethernet

M 16

TWILOCK

M 23 RJ-45

Монолитные кабельные сборки

M 40

M 23 Hybrid

-40...+125°C

> 1000 сочленений

IP67/69K



Кремниевая и арсенид-галлий-алюминиевая технология: базовый ряд 3D М ЭФ СБИС VCSEL и функциональных 3D М ФЭ СБИС для 3D М ФЭФ М

Часть 4

Валерий Сведе-Швец, Владислав Сведе-Швец,
Максим Зиновьев (Москва)

В четвёртой части статьи рассматривается базовый ряд оптоэлектронных элементов с матричной организацией функциональных пикселей на основе кремниевых-фотонной и арсенид-галлий-алюминиевой технологий. Представлено краткое описание технологических процессов изготовления матриц лазеров вертикального излучения и матриц АЦП/ЦАП – амплитудно-модулированных фотонных сигналов для создания удалённой связи по многоканальным оптическим и локальным электрическим каналам связи. Указаны технические характеристики оптоэлектронных элементов с матричной организацией.

Базовый ряд

Базовый ряд оптоэлектронных элементов с матричной организацией функциональных пикселей, разработанный предприятием ООО «ОЭС» состоит из шести основных 3D М СБИС, где 3D М ФЭ (ЭФ) – трёхмерный модуль преобразования фотонных сигналов в электронные и наоборот:

- 3D М ЭФ СБИС VCSEL – матрица лазеров вертикального излучения;
- 3D М ФЭ СБИС ПФ – матрица процессоров с потоковой обработкой функции расщеплённого алгоритма БПФ;
- 3D М ФЭ СБИС ПП – матрица пиксельной памяти с функцией перестановки;
- 3D М ФЭ СБИС А/Ц – матрица АЦП/ЦАП амплитудно-модулированных фотонных сигналов для удалённой связи по многоканальным оптическим и локальным электрическим каналам связи;

- 3D М ФЭ СБИС НП – матрица нейропроцессоров с коммутацией каналов для выполнения основной нейрооперации – умножение с аккумулярованием;
- 3D М ФЭ СБИС SW – матрица коммутации каналов для удалённой связи по многоканальным оптическим и локальным электрическим каналам связи аэрокосмического стандарта SPACE WIRE.

3D М ЭФ СБИС базового ряда являются операционными устройствами с матрицей функциональных пикселей и контроллером управления с шиной EMIFA.

Матрицы лазеров вертикального излучения – 3D М ЭФ СБИС VCSEL

В предыдущей статье (см. №5, 2017) было представлено описание технологии получения структур вертикально-излучающих лазерных диодов – VCSEL (Vertical-Cavity Surface-Emitting Laser)

с диапазоном длин волн 850 и 980 нм. Данные диоды являются элементами для создания матриц лазеров вертикального излучения – 3D М ЭФ СБИС VCSEL.

Технологический процесс изготовления матричных излучателей

Технологический процесс изготовления матричных излучателей основан на процессах сухого травления пучком Ar под маской фоторезиста и селективного окисления апертурных слоёв AlGaAs.

Изготовление кристалла начинается с формирования металлизации p-контактов. После травления мезоструктуры до активной области и селективного окисления апертурных слоёв производится второе сухое травление для вскрытия контактного слоя n-GaAs и формирования металлизации n-контактов. После этого осуществляется пассивация приборной структуры слоем SiO₂, вскрытие контактных окон, формирование металлизации контактных площадок, защита поверхности структуры полиимидом и формирование контактных столбиков.

При создании матричных излучателей дополнительно приходится принимать во внимание возможность обеспечения группового монтажа индивидуально излучающих элементов. Кроме того, массив лазерных излучателей требует специальных условий по решению проблемы тепловыделения при работе большого количества излучателей. Так массив из 64 быстродействующих лазеров вертикального излучения с диаметром токовой апертуры 18 мкм обеспечивает суммарную выходную мощность 275 мВт при частоте токовой модуляции 7,5 ГГц.

На рисунке 20а представлена фотография кристалла матрицы VCSEL, а на рисунке 20б показан фрагмент кристалла со стороны контактных площадок.

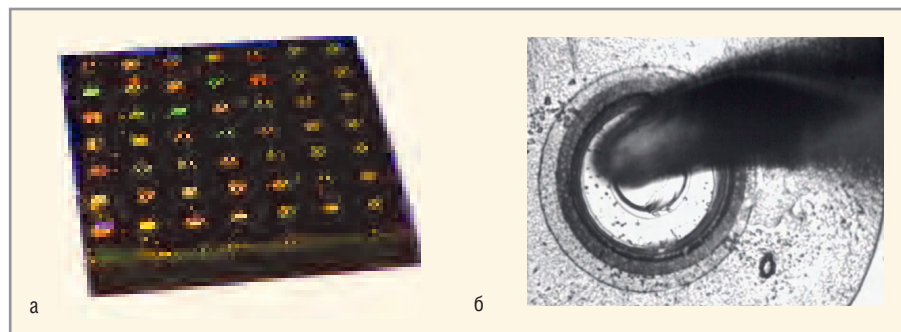


Рис. 20. Фотографии кристалла матрицы VCSEL: а – внешний вид кристалла матрицы VCSEL; б – фрагмент кристалла со стороны контактных площадок

На рисунке 21 представлена фотография монтажной платы для установки 3D М ЭФ СБИС VCSEL.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ 3D М ЭФ СБИС VCSEL

Технические характеристики 3D М ЭФ СБИС VCSEL соответствуют параметрам вертикально излучающих диодов, которые были описаны в части 3 (см. №5, 2017). На рисунке 22 приведены результаты измерения распределения порогового тока и максимальной выходной мощности индивидуальных ВИЛ по площади одного из изготовленных матричных излучателей (в непрерывном режиме при комнатной температуре).

Таким образом, М ЭФ СБИС VCSEL реализует передачу дискретных бинарных или многоуровневых амплитудно-модулированных информационных сигналов и предназначена для скоростного обмена информацией по многоканальным оптическим линиям связи.

Матрица АЦП/ЦАП амплитудно-модулированных фотонных сигналов – 3D М ЭФ СБИС А/Ц

Матрица АЦП/ЦАП – амплитудно-модулированных фотонных сигналов, 3D М ЭФ СБИС А/Ц, – предназначена для выполнения функций аналого-цифровой и цифроаналоговой обработки входной информации и для реализации импульсного аналого-цифрового и (или) цифроаналогового интерфейса параллельного преобразования входной информации, передаваемой по 64 оптическим каналам в электрический цифровой код, а также обратного преобразования электрического цифрового кода в токовый сигнал для генерации лазерными диодами цифрового или аналогового сигналов по 64 оптическим каналам.

В соответствии с концепцией кремниво-фотонной технологии в матрице аналого-цифровых/цифроаналоговых преобразователей сформирован двумерный массив (2D) кремниевых фотодиодов по мембранной технологии и совмещён с фотоусилителями и аналого-цифровыми функциональными устройствами в едином объёме интегрального кремниевого кристалла.

Сам кристалл 3D М ЭФ СБИС А/Ц представляет собой матрицу оптоэлектронных преобразователей размером

8 × 8 пикселей с шагом 1 мм, функциональная схема которого была приведена в уже упомянутой 3-й части.

Каждый пиксель 3D М ЭФ СБИС А/Ц включает в себя: приёмный фотодиод, преобразователь ток-напряжение, 8-разрядный ЦАП, 8-разрядный АЦП, площадку для монтажа анода внешнего VCSEL, регистры и логику управления.

Функции кристалла 3D М ЭФ СБИС А/Ц

Матрица АЦП/ЦАП амплитудно-модулированных импульсных фотонных сигналов выполняет следующие функции:

- приём оптической информации в цифровом или аналоговом режимах и преобразование её в токовый сигнал;
- преобразование токового сигнала в напряжение и его индивидуальная калибровка для устранения ошибок, связанных с разбросом оптических и электрических характеристик излучателей;
- аналого-цифровые преобразования калиброванного напряжения;
- формирование нормированного тока лазерного диода для передачи оптической информации в цифровом или аналоговом режимах;
- чтение/запись данных с/на внутреннюю шину;
- управление режимами ЦАП и АЦП – аналоговый/цифровой;
- сдвиг для преобразования параллельного кода в последовательный и обратно.

Все эти функции позволяют кристаллу 3D М ЭФ СБИС А/Ц вести параллельную обработку и передачу сигналов по многоканальным оптическим и локальным электрическим каналам связи.

Особенности аналоговых схем кристалла 3D М ЭФ СБИС А/Ц

Цифроаналоговый преобразователь (ЦАП) 3D М ЭФ СБИС А/Ц является 8-разрядным с токовым выходом и предназначен для формирования тока лазерного диода. Токовой нагрузкой ЦАП является лазерный диод (ЛД) с током начала линейной зоны излучения 1,7 мА. Принимая этот ток за ток смещения нуля ЦАП (ток при нулевом входном коде ЦАП) и задавая типовой ток единицы младшего разряда 10 мкА, получаем типовой ток полной шкалы ЦАП 1,7 мА + 255 × 10 мкА = 4,25 мА. На рисунке 23

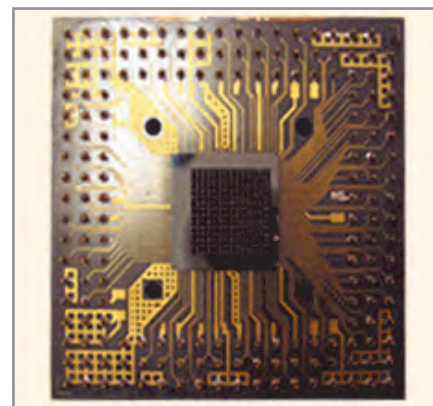


Рис. 21. Монтажная плата для установки М ЭФ СБИС VCSEL

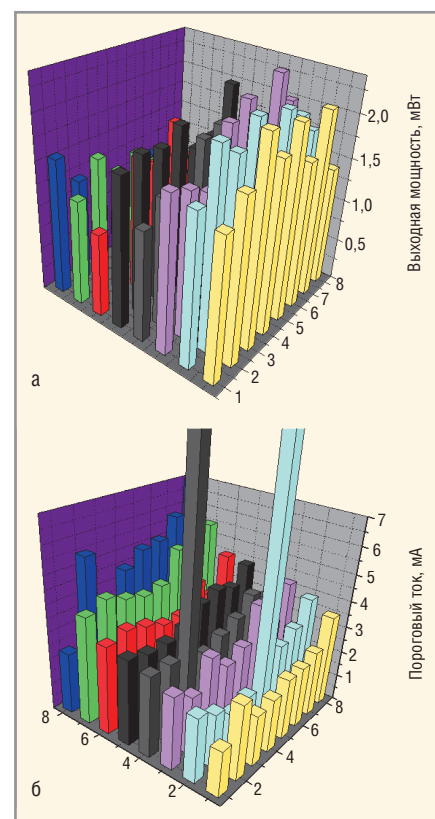


Рис. 22. Микрозондовые измерения непосредственно на матричном кристалле в непрерывном режиме: а – распределение максимальной выходной мощности индивидуальных лазерных излучателей по площади матрицы; б – распределение порогового тока индивидуальных лазерных излучателей по площади матрицы

представлена электрическая схема модели VCSEL.

С учётом требований, предъявляемых к фотодиодам, разработана схема in_scale преобразователя тока фотодиода в дифференциальное выходное напряжение, представленная на рисунке 24. Схема преобразователя тока фотодиода в дифференциальное напряжение имеет два 8-разрядных токовых ЦАП для подстройки (калибровки) нуля и пол-

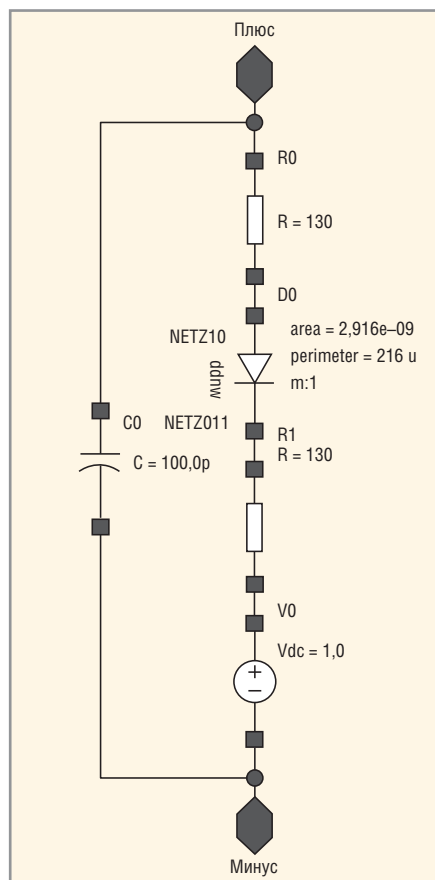


Рис. 23. Электрическая схема модели VCSEL

ной шкалы дифференциального напряжения $V_{(outp-outn)}$ на выходах преобразователя. ЦАП калибровки выполнены на n-МОП токовых зеркалах. С учётом неопределённой величины тока смещения нуля лазерного диода, каждый пиксель имеет токовые выходы I_{ph_exc} (схема pixel) и I_{cal0} .

Ток, задаваемый через выходы I_{ph_exc} в каждый пиксель, одинаковый и должен отводить с выхода фотодиода излишний ток, обеспечивая оптимальный для преобразователя ток нуля 20...40 мкА, равный разности тока фотодиода при приёме нулевого сигнала (I_{in0}) и тока вывода I_{ph_exc} .

Подстройка выходного напряжения полной шкалы преобразователя, равного положительной разности опорных напряжений АЦП $V_{(refp-refn)}$, обеспечивается индивидуально для каждого пикселя заданием калибровочного кода $calfs < 7:0 >$.

Входной каскад преобразователя питается от источника повышенного напряжения $V_{cc} = 3,3$ В для обеспечения на фотодиоде напряжения не менее 2 В. Выходной каскад преобразователя и ЦАП калибровки питаются от источника напряжения $V_{dd} = 1,8$ В для уменьшения площади кристалла и потребляемой мощности.

Таким образом, каждый пиксель в составе ГИМС осуществляет до 160 млн А/Ц- или Ц/А-преобразований в секунду. Общая производительность 3D М ФЭ СБИС А/Ц составляет более 20 млрд А/Ц- или Ц/А-преобразований в секунду при тактовой частоте 160 МГц. Кристалл 3D М ФЭ СБИС А/Ц работает под управлением микропроцессора TMS320C6455 по шине EMIFA с максимальной тактовой частотой до 166 МГц.

Устройство управления организует работу матрицы пикселей. Для этого формируется набор управляющих сигналов. Часть из них являются общими для всех пикселей, другая часть служит для выбора пикселей. Особенности управления являются:

- выполнение потока команд, поступающих с внешней шины данных;
- механизм отложенной команды, позволяющий синхронизировать действия нескольких оптически связанных кристаллов;
- микропрограммирование команд загружаемым микрокодом;
- общая шина данных для загрузки микрокода, потока команд, загрузки и выгрузки информационных и калибровочных регистров пикселей;
- выбор пикселей, участвующих в операциях: отдельный пиксель – строка – столбец – вся матрица;
- внешняя шина данных совместима с TMS320.

Технология изготовления кристалла и элементной базы

Как уже говорилось, кристалл 3D М ФЭ СБИС А/Ц изготавливается по технологии 180 нм КМОП SOI фирмы XFAB с технологическими нормами XT018. Выбор этой технологии обусловлен введением в данный технологический процесс опции фотодиодов, то есть она имеет необходимые особенности изготовления:

- базовый технологический модуль: стандартный 1,8 В КМОП с 3,3 В периферией (MOS3ST);
- наличие в разрабатываемом кристалле быстродействующих аналоговых схем АЦП, ЦАП и преобразователя тока в напряжение требует использования технологических модулей изолированных транзисторов (ISOMOS) для изоляции аналоговых схем от цифровых шумов логической части кристалла, высокоомных поликремниевых резисторов (HRPOLY), металлических конденсаторов (MIM);

- сложность разводки большого количества аналоговых схем с отдельным питанием и большой ток потребления обусловил выбор модуля разводки с пятью металлами и шестым толстым металлом (5M + THKMET).

Структура логической части кристалла

В структуру логической части кристалла 3D М ФЭ СБИС А/Ц входят функциональные блоки, представленные на рисунке 25.

Основные функциональные блоки логической части, присутствующие в кристалле: устройство управления – «Control», регистр команды – «CmdReg», регистр отложенной команды – «CmdRegHold», регистровый файл микрокода – «MicroCode», счётчик адреса – «AddrCounter», дешифратор строк – «RowDS», дешифратор столбцов – «ColDS», логика пикселей – «PixelLog».

Взаимодействие функциональных блоков изображено на рисунке 26.

Топология кристалла А/Ц и взаимодействие функциональных блоков

Топология кристалла представляет собой матрицу пикселей 8×8 и кольцо периферийных ячеек (см. рис. 27). Между рядами пикселей находятся горизонтальные и вертикальные каналы, используемые для трассировки и размещения вентилей верхнего уровня. В каналах также размещаются элементы структуры тактирования и буферы оптимизации временных параметров. Верхний горизонтальный канал содержит логические элементы устройства управления Control.

Каждый пиксель содержит блок логики (северо-западный угол), все схемы аналоговой части пикселя и площадку подключения VCSEL. Пиксель представляет собой квадрат размером 750×750 мкм. Внутри пикселя расположена зона для логических элементов управления пикселем. Размер отведённой области 306×87 мкм. Вся остальная площадь предназначена для аналоговых схем пикселя. Общий вид пикселя приведён на рисунке 28.

Расположение портов пикселя по сторонам:

- сверху и справа – сигналы из/в аналоговый мир;
- слева – сигналы, трассируемые в вертикальном канале, – это общие сигнала

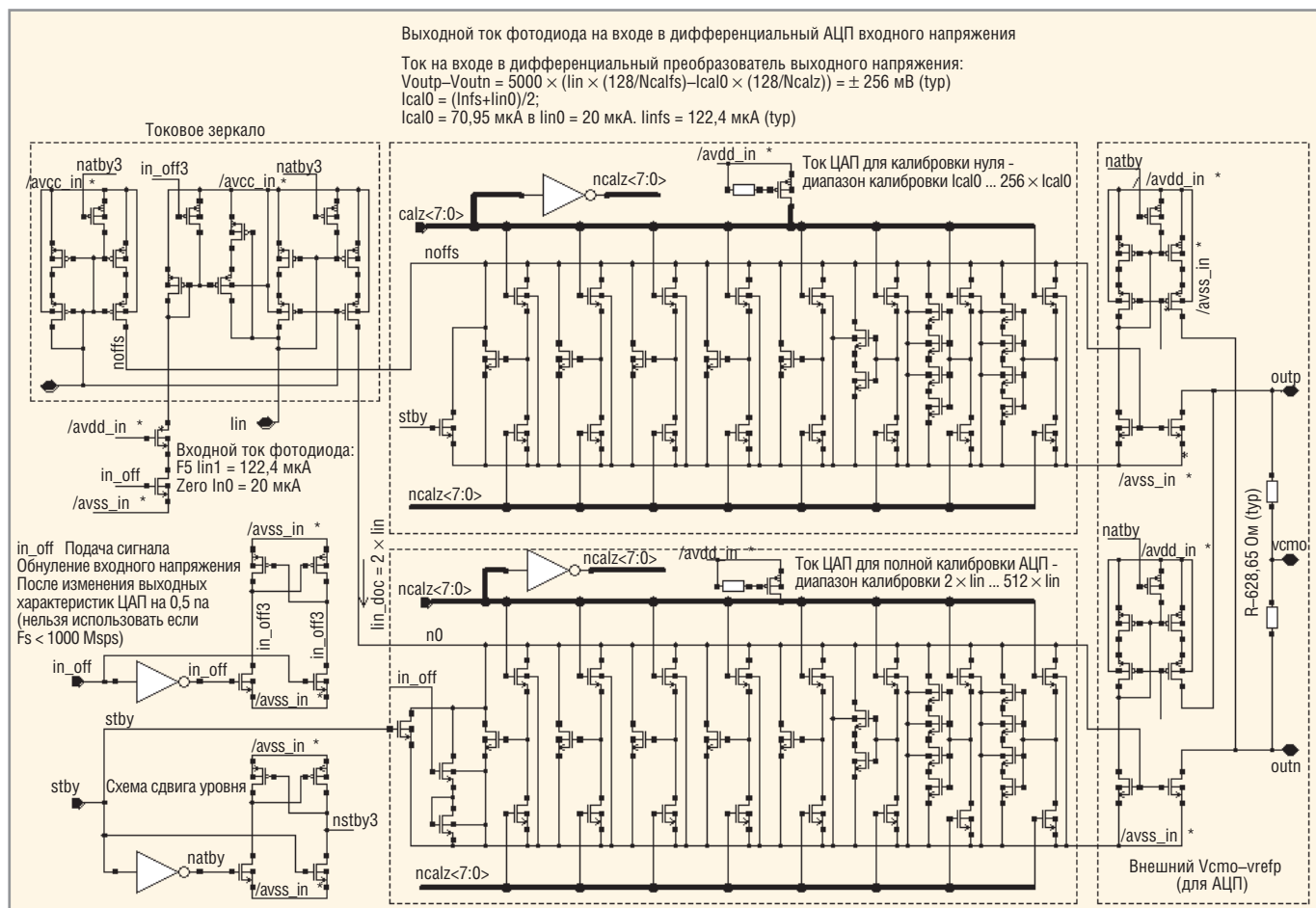


Рис. 24. Схема преобразователя тока фотодиода в дифференциальное напряжение

лы пикселей, выбор столбца, сброс, тактирование, а также «земля» и питание;

- с низу – сигналы, трассируемые в горизонтальном канале, – это шина данных и выбор строки.

Кольцо периферийных ячеек содержит ячейки ввода/вывода всех сигналов и ячейки для подачи «земли», питания и опоры. В горизонтальных сегментах кольца ячейки расположены в один ряд, в вертикальных – в два ряда. Функциональная схема включения кристалла 3D М ФЭ СБИС А/Ц представлена на рисунке 29.

С целью уменьшения влияния цифровых помех на работу аналоговых схем кристалла необходимо обеспечить питание аналогового (3,3 и 1,8 В) и цифрового (3,3 и 1,8 В) доменов от отдельных вторичных источников и ввести для каждого домена с каждой стороны кристалла фильтрующие конденсаторы 10 мкФ + 100 нФ (керамический с малым ESR) максимально ближе к местам подключения выводов.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ 3D М ФЭ СБИС А/Ц

Как и матрица излучателей, кристалл 3D М ФЭ СБИС А/Ц содержит матрицу

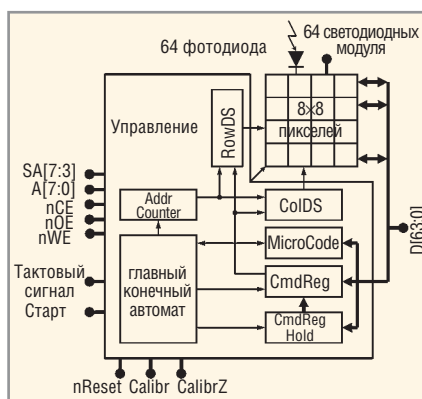


Рис. 25. Функциональная схема кристалла 3D М ФЭ СБИС А/Ц

из 64 (8 × 8) интеллектуальных пикселей:

- формат матрицы – 8 × 8;
- количество оптических каналов ввода/вывода 64/64;
- электрический интерфейс – 64 бит;
- скорость электрического ввода/вывода – до 166 МГц;
- скорость оптического многоканального ввода/вывода – до 166 МГц;
- вид многоканальных связей – фотон-фотонный (транзит), фотон-электронный, электронно-фотонный;
- модуляция – импульсно-кодовая с

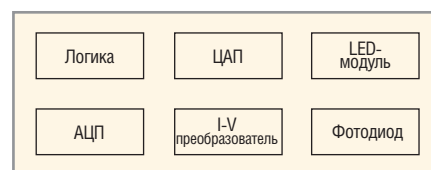


Рис. 26. Взаимодействие функциональных блоков

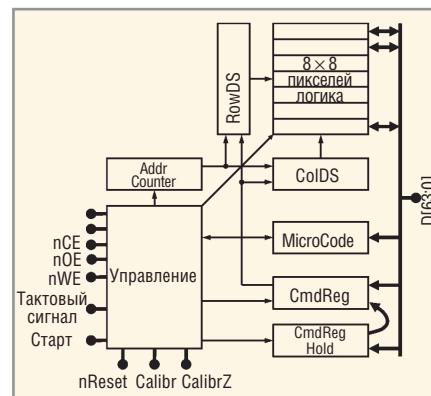


Рис. 27. Общий план кристалла 3D М ФЭ СБИС А/Ц

непосредственной демодуляцией мощности оптического излучения;

- управление – слайсовое, с последовательной выборкой цифровых данных матрицы.

Каждый интеллектуальный пиксель включает: приёмный ИК-фотодиод,

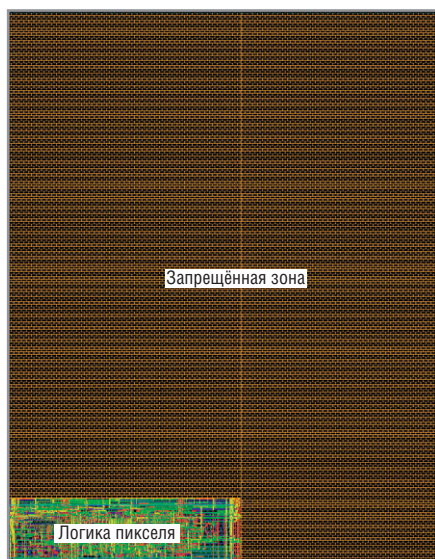


Рис. 28. Общий вид пикселя кристалла 3D М ФЭ СБИС А/Ц

усилитель-преобразователь фототока в напряжение, 8-разрядный АЦП выходного напряжения усилителя-преобразователя, 8-разрядный ЦАП с токовым выходом на излучающие лазеры, 8-разрядный регистр данных с интерфей-

сом ввода/вывода, контактные площадки токового выхода и общего катода для монтажа лазерного излучателя.

Электрический интерфейс обеспечивает обмен цифровыми данными с управляющим процессором TMS320C6455 фирмы Texas Instruments по интерфейсу External Memory Interface (EMIFA).

Данная конфигурация обеспечивает параллельный обмен сигналами между базовыми модулями 3D М ФЭ СБИС.

Особенности функциональных пикселей 3D М ФЭ СБИС А/Ц

Каждый пиксель кристалла 3D М ФЭ СБИС А/Ц включает в себя приёмный фотодиод, преобразователь ток-напряжение, функциональную схему, площадку для монтажа анода внешнего лазера вертикального излучения, основные функции пикселей, приём оптической информации в цифровом или аналоговом режимах и преобразование её в токовый сигнал, функциональную обработку, формирование нормированного тока лазера для пере-

дачи оптической информации в цифровом или аналоговом режимах.

На рисунке 30 представлена фотография кремниевых кристаллов 3D М ФЭ СБИС А/Ц, выполненного по кремниевой КМОП-технологии.

Режимы эксплуатации 3D М ФЭ СБИС А/Ц

Режимы эксплуатации (ток потребления и мощность) всего кристалла 3D М ФЭ СБИС А/Ц представлены при нормальных условиях ($T = +40^{\circ}\text{C}$, $V_{cc} = 3,3\text{ В}$, $V_{dd} = 1,8\text{ В}$):

- ток потребления аналоговый: $I_{cca} = 64 \times 4\text{ мА} = 256\text{ мА}$ (типичное);
- ток потребления аналоговый: $I_{dda} = 64 \times 8\text{ мА} = 512\text{ мА}$ (типичное);
- ток потребления по опорным источникам: $I_{ref} = 64 \times 0,5\text{ мА} = 32\text{ мА}$ (типичное);
- ток потребления логики (при $F_{clk} = 166\text{ МГц}$): $I_{ddd} = 64 \times 2\text{ мА} = 128\text{ мА}$ (типичное);
- ток потребления выходов (при $F_{clk} = 166\text{ МГц}$): $I_{ddo} = 64 \times 2\text{ мА} = 128\text{ мА}$ (типичное).

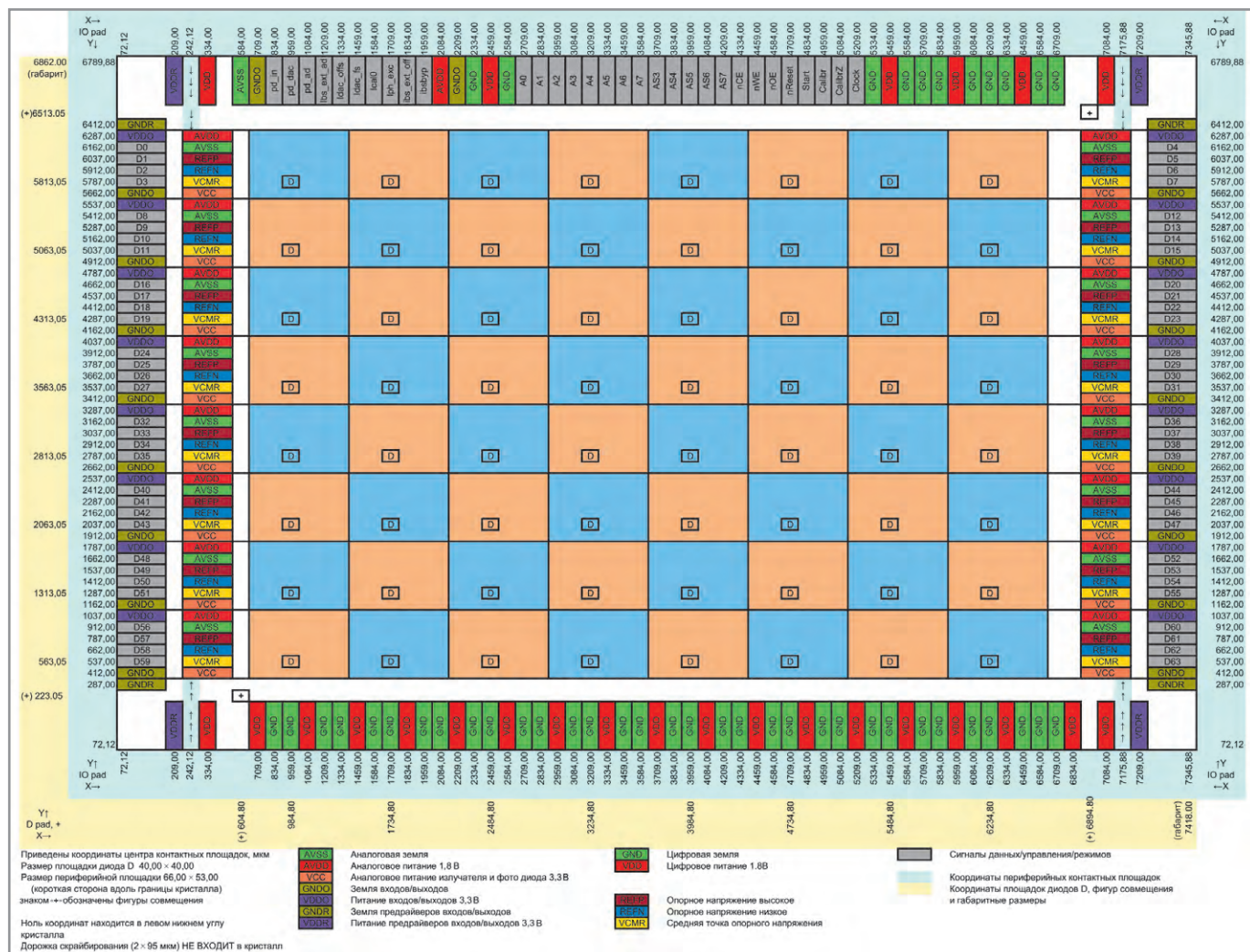


Рис. 29. Функциональная схема включения кристалла 3D М ФЭ СБИС А/Ц

Суммарная мощность потребления от всех источников составляет $P = 3,3 \times (256 + 128) + 1,8 \times (512 + 128) + 0,256 \times 32 = 1267 + 1152 + 8 = 2430$ мВт.

Прогнозируемая максимальная мощность потребления всего кристалла WP-модели ($T = +85^\circ\text{C}$, $V_{cc} = 3,4$ В, $V_{dd} = 1,9$ В) может достигать 3,5 Вт, что ограничивает максимальную рабочую температуру среды на уровне $+85^\circ\text{C}$ и требует специальных мер для охлаждения кристалла, чтобы максимальная температура поверхности кристалла составляла не более $+125^\circ\text{C}$.

Системный подход применения 3D М ФЭ СБИС А/Ц

Для оценки возможностей межкристаллического обмена информацией кристаллов 3D М ФЭ СБИС А/Ц рассчитаем информационный поток при использовании аналоговых и цифровых интерфейсов.

При использовании электрической шины EMIFA для приёма, обработки и передачи 64-разрядных битовых слов по 64-разрядной шине EMIFA кристалла 3D М ФЭ СБИС А/Ц с такто-

вой частотой 150 МГц получим общий поток информации $150 \text{ МГц} \times 64 \text{ бит} \approx 9,6 \text{ Гбит/с}$. При этом для связи с другими 3D М СБИС используется электрический многоканальный интерфейс EMIFA.

При использовании 64-канального оптического цифрового интерфейса с побитовым выводом информации с 64 пикселей с тактовой частотой 150 МГц имеем информационный поток на кристалле 3D М ФЭ СБИС А/Ц, равный $150 \text{ МГц} \times 64 \text{ бит} \approx 9,6 \text{ Гбит/с}$.

При использовании 64-канального оптического аналогового интерфейса имеем на каждом пикселе 8(16)-разрядный АЦП/ЦАП с тактовой частотой 150 МГц информационный поток $150 \text{ МГц} \times 8 = 1,2 \text{ Гбит/с}$. При одномоментной передаче массива из 64 пикселей имеем общий информационный поток $1,2 \text{ Гбит/с} \times 64 \text{ канала} = 76,8 \text{ Гбит/с}$. При 16-разрядном АЦП/ЦАП на каждом пикселе информационный поток будет равен 2,4 Гбит/с, а общий – 153,6 Гбит/с.

Таким образом, применение фотонных интерфейсов с аналого-цифровой и цифроаналоговой импульсно-кодо-

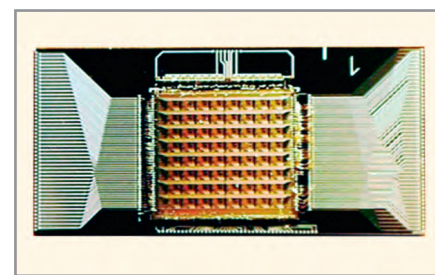


Рис. 30. Фотография кремниевого КМОП-кристалла 3D М ФЭ СБИС А/Ц

вой модуляцией имеет перспективное развитие для межкристаллического обмена данными.

В следующей статье будет представлено техническое описание с конструктивными решениями и электрическими характеристиками остальных 3D М СБИС базового ряда, таких как: матрица процессоров с потоковой обработкой функции расщепленного алгоритма БПФ (3D М ФЭ СБИС ПФ), матрица пикселей памяти с функцией перестановки (3D М ФЭ СБИС ПП), кристалл коммутации каналов (3D М ФЭ СБИС КК) и кристалл маршрутизатора SPACE WIRE (3D М ФЭ СБИС SW).



Новое поколение GaN-транзисторов

CGHV14250
Диапазон частот: 1200–1400 МГц
Мощность: 250 Вт
Кoeffициент усиления: 18 дБ

CGHV14500
Диапазон частот: 1200–1400 МГц
Мощность: 500 Вт
Кoeffициент усиления: 17 дБ

CGHV35150
Диапазон частот: 2900–3500 МГц
Мощность: 150 Вт
Кoeffициент усиления: 13,5 дБ

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

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

Радиолокационные обнаружители движущихся целей нового поколения

Владимир Бартенев (Москва)

В статье представлены новые способы когерентной обработки сигналов в радиолокации. Основное внимание уделено комплексному подходу к построению адаптивного обнаружителя движущихся целей на фоне различного типа пассивных помех, включающего в себя цифровую обработку в устройствах многоканальной доплеровской фильтрации, стабилизации ложных тревог, адаптивного обнаружения и классификации принимаемых сигналов, превысивших порог обнаружения.

ВВЕДЕНИЕ

История борьбы с пассивными помехами в радиолокации насчитывает уже более 70 лет [1]. Однако до настоящего времени многие проблемы, связанные с этой задачей, не только не решены, но и ещё более усугубились. Технологии создания и постановки пассивных помех непрерывно совершенствуются. Кроме того, появление малоразмерных беспилотных летательных аппаратов, а также использование технологии Стелс (Stealth) при создании самолётов и крылатых ракет, имеющих малую эффективную площадь рассеивания (ЭПР), соизмеримую с ЭПР объектов, известных как «ангелы», создающих мешающие отражения от «ясного неба», приводит к снижению эффективности традиционных фильтровых адаптивных систем селекции движущихся целей (СДЦ). Всё это актуализирует исследования по разработке эффективных методов и алгоритмов обнаружения целей с малыми ЭПР на фоне целой совокупности многокомпонентных, в том числе и дискретных пассивных, помех [2]. Фактически, в данной отрасли стоит вопрос об использовании обнаружителей движущихся целей (ОДЦ), представляющих собой целый комплекс устройств фильтрации, стабилизации ложных тревог, адаптивного обнаружения и классификации принимаемых сигналов, превысивших порог обнаружения. Появление совершенной элементной базы в виде многоразрядных быстродействующих АЦП, высокопроизводительных многоядерных сигнальных процессоров (DSP), систем на кристалле (SOC) и программируемых логических интегральных микросхем с числом вентилях свыше нескольких миллионов (FPGA) откры-

вает новые возможности для реализации более эффективных систем селекции движущихся целей. О двух таких высокоэффективных устройствах, входящих в обнаружитель движущихся целей, и пойдёт речь в данной статье.

ОБНАРУЖЕНИЕ СИГНАЛОВ ДВИЖУЩИХСЯ ПОМЕХ НА ФОНЕ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ПРОТЯЖЁННЫХ ПАССИВНЫХ ПОМЕХ

В практике защиты РЛС от сигналов многокомпонентных пассивных помех, вызванных совокупностью отражений от местных предметов, облаков, гидрометеоров, дипольных помех, применяются различные способы обнаружения полезных целей.

Один из способов обнаружения сигналов на фоне пассивных помех основан на предварительной адаптивной фильтрации пассивной помехи при помощи соответствующего выбора весовых коэффициентов фильтра [3] с последующим сравнением огибающей выходного сигнала с порогом. Основным недостатком этого способа является его низкая эффективность, обусловленная использованием фиксированных весовых коэффициентов для фильтрации сигналов, имеющих доплеровское смещение спектра. Кроме того, отсутствие нормирования сигнала до сравнения с порогом приводит к отсутствию стабилизации ложных тревог.

Известен способ обнаружения сигналов на фоне пассивных помех [4], который включает в себя: многоканальное весовое когерентное накопление, последующее выделение огибающих, адаптивную нормировку огибающих сигналов в каждом из каналов и их объединение. Тем самым форми-

руется выходной сигнал, сравниваемый с порогом обнаружения. Недостатком данного способа является низкая эффективность защиты от пассивных помех за счёт того, что формирование вида частотных характеристик при весовом когерентном накоплении осуществляется без учёта таких параметров, как ширина спектра флуктуаций пассивной помехи и доплеровское смещение её частоты. Использование во всех каналах одинаковой весовой функции для уменьшения уровня боковых лепестков частотных характеристик каналов обеспечивает симметричное и равномерное подавление всех боковых лепестков фильтров, тогда как при оптимальной обработке осуществляется максимизация отношения сигнал/помеха за счёт разной коррекции частотных характеристик фильтров в зоне спектра флуктуации сигналов пассивной помехи.

Наиболее близким технически к рассматриваемому способу является патент США [5], в котором обработка строится следующим образом. На входе отражённые сигналы, представленные своими цифровыми квадратурными составляющими, подвергаются многоканальной доплеровской фильтрации и многоканальному когерентному накоплению в процессоре дискретного преобразования Фурье (ДПФ). На выходе процессора вычисляются огибающие, которые нормируются, объединяются и подаются на порог обнаружения, причём вычисление весовых коэффициентов для многоканальной доплеровской фильтрации осуществляется предварительно по приближённой формуле для выбранной заранее формы спектра флуктуаций пассивной помехи. В данном способе коррекция частотных характеристик при многоканальной доплеровской фильтрации производится более эффективно, с учётом близкой к реальности пассивной помехи, имеющей, например, гауссовский спектр. Для этого весовые коэффициенты, обеспечивающие оптимизацию частотных характеристик, предварительно рассчитываются по формуле [5]:

$$W = R^{-1} \times S, \quad (1)$$

где R^{-1} – обратная корреляционная матрица для предварительно заданной модели пассивной помехи, хранящаяся в постоянном запоминающем устройстве, S – вектор полезного сигнала, который для цели с неизвестной скоростью формируется в виде коэффициентов Фурье:

$$S = \left(1, e^{\frac{j \times 2 \pi \times n}{N}}, e^{\frac{j \times 4 \pi \times n}{N}}, \dots, e^{\frac{j \times 2 \pi \times (N-1)}{N}} \right),$$

где n – номер доплеровского канала, а N – число импульсов в пачке.

В данном способе вычисление весовых коэффициентов, в силу невозможности в реальном времени оценить многомерную комплексную корреляционную матрицу и сделать её обращение, использован упрощённый подход. Суть этого подхода заключается в рассмотрении модели пассивной помехи, например, с гауссовой формой спектра и расчёте весовых коэффициентов без оценки и обращения всей корреляционной матрицы в реальном времени. Вместо этого производится только оценка модуля межпериодного коэффициента корреляции и его аргумента – межпериодного доплеровского набега фазы помехи. Затем на их основе из запоминающего устройства выбираются заранее рассчитанные весовые коэффициенты для неподвижной пассивной помехи, которые корректируются с учётом оценки межпериодного доплеровского набега фазы. К сожалению, заранее всё многообразие форм спектра предусмотреть невозможно, особенно если пассивная помеха многокомпонентная, то есть имеет многомодовый спектр одновременно отражённых сигналов от местных предметов, гидрометеоров и дипольных отражателей. Отсюда и низкая эффективность данного способа.

Для того чтобы повысить эффективность защиты РЛС от пассивных помех с многомодовыми спектрами, предлагается рассчитывать весовые коэффициенты доплеровского фильтра по отражённым сигналам от многокомпонентной пассивной помехи, используя аппроксимацию реальной помехи процессом авторегрессии [6, 7]. Это позволит не производить оценку корреляционной матрицы и её обращение, а в реальном масштабе времени оценивать коэффициенты авторегрессии. Воспользуемся в нашем случае иным представлением формулы (1), не прибегая к оцениванию и обращению комплексной корреляционной матри-

цы. Обратную корреляционную матрицу для процесса авторегрессии можно представить в виде разложения на диагональную D , верхнюю и нижнюю треугольные матрицы коэффициентов авторегрессии A :

$$R^{-1} = ADA^*, \quad (2)$$

В соответствии с (2) получим:

$$Z_{\text{ВЫХ}} = (Z_{\text{ВХ}} A)^* D(AS), \quad (3)$$

где $Z_{\text{ВХ}}$, $Z_{\text{ВЫХ}}$ – комплексные сигналы, представляемые своими квадратурными составляющими на входе и выходе доплеровского фильтра, A – комплексный вектор коэффициентов авторегрессии. Левую часть формулы (3) в терминах патента метода-прототипа можно рассматривать как многоканальную доплеровскую фильтрацию, а правую – как когерентное многоканальное накопление в процессоре ДПФ. Диагональные члены D – это результат нормирования сигналов в каждом канале фильтра.

Преобразуем (3) так, чтобы совместить доплеровскую фильтрацию с когерентным накоплением сигналов цели с неизвестной скоростью:

$$Z_{\text{ВЫХ}}(n) = Z_{\text{ВХ}}^* (ADA^* S) = Z_{\text{ВХ}}^* W(n), \quad (4)$$

где n – номер доплеровского канала, N – число импульсов в пачке, а $W(n)$ – вектор весовых коэффициентов для многоканальной доплеровской фильтрации, включающий в себя коэффициенты авторегрессии и коэффициенты Фурье.

В предлагаемом способе при неизвестной скорости цели адаптивная обработка реализуется с помощью многоканальной доплеровской фильтрации для каждого канала. Для каждого канала используются свои весовые коэффициенты, учитывающие как оценки коэффициентов авторегрессии, так и коэффициенты разложения по Фурье, что позволяет в отличие от метода-прототипа фильтровать сигналы пассивной помехи с многомодовыми спектрами.

Таким образом, в метод-прототип адаптивного обнаружения целей на фоне многокомпонентных пассивных помех, включающий в себя многоканальную доплеровскую фильтрацию, с многоканальным когерентным накоплением в виде дискретного преобразования Фурье, результат которого

подвергается вычислению огибающих, которые нормируются и объединяются с выделением максимального значения, введены существенные изменения. Для операции многоканальной доплеровской фильтрации весовые коэффициенты теперь вычисляются в реальном времени посредством векторного перемножения оценённых коэффициентов авторегрессии и коэффициентов преобразования Фурье.

Такой подход обладает важнейшим преимуществом, поскольку без предварительного оценивания корреляционной матрицы помехи и её обращения, используя непосредственно выборку наблюдений, удаётся получать в реальном времени оценки коэффициентов авторегрессии с помощью эффективного в вычислительном отношении алгоритма. При этом с помощью ограниченного числа коэффициентов авторегрессии можно обеспечивать эффективное обнаружение целей для широкого класса многокомпонентных пассивных помех, имеющих многомодовые спектры. Наиболее предпочтительным из алгоритмов оценивания коэффициентов авторегрессии с точки зрения эффективности является алгоритм Берга [8, 9]. Ещё одна отличительная особенность предложенного способа состоит в обработке нескольких пачек импульсов на разных частотах повторения или на разных несущих частотах, что позволяет в целом улучшить скоростную характеристику работы обнаружителя сигналов по цели. Для этого при обработке каждой пачки из M сигнал, после отбора по максимуму каждой обработанной пачки импульсов, запоминается и по окончании последней обработанной пачки отбирается максимум от всех полученных максимумов. Он и сравнивается с порогом обнаружения:

$$\left\{ \max_i \left\{ \max_1 |Z_{1\text{ВХ}} W_{1(n)}|, \max_2 |Z_{2\text{ВХ}} W_{2(n)}|, \dots, \max_M |Z_{M\text{ВХ}} W_{M(n)}| \right\} \right\} \geq U_{\text{пор}}.$$

С целью исключения подавления полезного сигнала при фильтрации предлагается усреднять оценки коэффициентов авторегрессии по нескольким элементам дальности.

Выигрыш в эффективности предложенного способа по сравнению с прототипом оценивался в пороговом сигнале для вероятности правильного обнаружения 0,5 и вероятности ложной тревоги 10^{-1} – 10^{-2} . Расчёт производился методом статистического моделирования в программе MATLAB. Пассивная

Листинг 1

```
aa1 = arburg(SF11,N-1); % aa1 вектор коэффициентов авторегрессии N-1
% порядка первой пачки
aa2 = arburg(SF22,N-1); % aa2 вектор коэффициентов авторегрессии N-1
% порядка второй пачки
saa1=saa1+aa1; %Усреднение оценок коэффициентов авторегрессии по
8 элементам дальности первой пачки
saa2=saa2+aa2; %Усреднение оценок коэффициентов авторегрессии по
8 элементам дальности второй пачки
e(i,j)=exp(-2*pi*(i-1)*(j-1)*sqrt(-1)/N);%синус-косинусные коэффици-
енты Фурье
```

Листинг 2

```
w1(i,j)=(saa1(i).'*e(i,j)); %весовые коэффициенты для первой пачки
w2(i,j)=(saa2(i).'*e(i,j)); %весовые коэффициенты для второй пачки
```

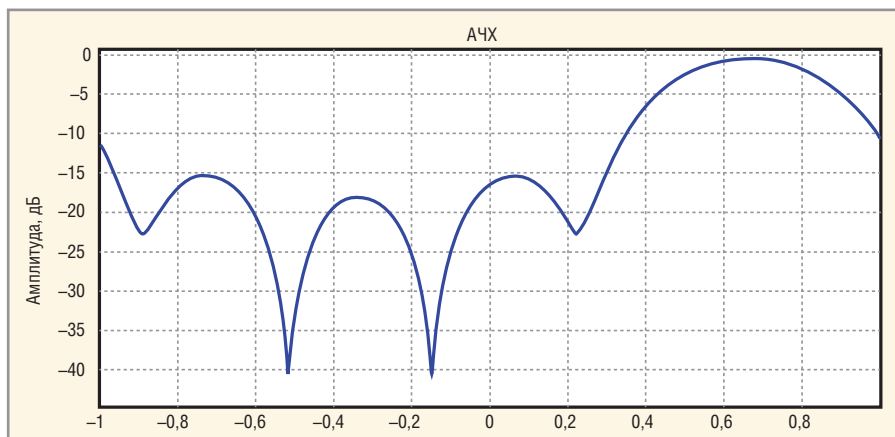


Рис. 1. Амплитудно-частотная характеристика одного из доплеровских каналов предложенного способа с весовыми коэффициентами на основе оценок коэффициентов авторегрессии

помеха задавалась как двухкомпонентная помеха (с двухмодовым спектром), протяжённая по дальности. Первая мода имела относительную ширину спектра флуктуаций по уровню -20 дБ $\Delta F_1 / F_{\Pi} = 0,15$, вторая мода $\Delta F_2 / F_{\Pi} = 0,25$. Каждая мода имела превышение над шумом 20 дБ с относительным доплеровским смещением $\Delta F_{d1} / F_{\Pi} = 0,35$ и $\Delta F_{d2} / F_{\Pi} = 0,5$. Заданная скорость цели составляла 500 м/с. Число обрабатываемых импульсов – 12 (две пачки по 6 импульсов на двух частотах повторения 400 и 440 Гц.) Порядок авторегрессии – 5 . Оценка коэффициентов авторегрессии производилась в MATLAB для первой SF11 и второй SF22 пачек (см. листинг 1).

Формирование весовых коэффициентов производилось векторным умножением оценок коэффициентов авторегрессии на коэффициенты Фурье (см. листинг 2).

На рисунке 1 показана частотная характеристика одного из каналов доплеровского фильтра, используя

щего оценки коэффициентов авторегрессии. Хорошо просматриваются два глубоких провала для двух компонент пассивной помехи. Для прототипного способа оценка модуля межпериодного коэффициента корреляции и межпериодного доплеровского набега фазы также производилась в MATLAB (см. листинг 3).

Данные оценки, в предположении о гауссовой форме спектра помехи, использованы для воспроизведения корреляционных матриц помехи без доплеровского смещения для первой и второй пачек, которые затем обращаются с помощью программы inv MATLAB.

После поворота вектора входной выборки наблюдений на угол, соответствующий полученной оценке аргумента межпериодного коэффициента корреляции, производится многоканальная доплеровская фильтрация с весами, в которой используются воспроизведённые обратные матрицы RE1 для первой пачки и RE2 – для второй пачки (см. листинг 4).

Поскольку в описании метода-прототипа рассматривается обработка только одной пачки, сравнение предложенного способа с прототипом сначала производилось при обработке одной пачки, то есть когда выделенные огибающие на выходе доплеровских каналов после усреднения объединялись с отбором максимального значения с помощью функции max MATLAB, которое подавалось на порог обнаружения. Затем такое же сравнение было сделано при обработке двух пачек с разными двумя частотами повторения, с отбором в соответствии с формулой максимума при обработке каждой пачки.

Расчёты показали, что выигрыш в пороговом сигнале предложенного способа, по сравнению со способом, взятым в качестве прототипа, как при обработке одной пачки, так и для двух пачек, составляет $5-10$ дБ. Объяснить полученную разницу в эффективности обнаружения достаточно просто, если сравнить корреляционные функции каждой из двух компонент пассивной помехи с корреляционной функцией, полученной по оценке результирующего модуля межпериодного коэффициента корреляции двухкомпонентной пассивной помехи (см. рис. 2). Кроме того, в исходном методе ошибочно формируется оценка межпериодного доплеровского набега фазы (аргумента межпериодного коэффициента корреляции) по двум доплеровски смещённым компонентам помехи. Поэтому оптимальные весовые коэффициенты в прототипе не соответствуют реальной помеховой обстановке, которую заранее не удастся предусмотреть, даже сохранив в запоминающем устройстве огромное множество готовых весовых коэффициентов. Всё это приводит к снижению у прототипа эффективности обнаружения полезных целей на фоне многокомпонентных пассивных помех.

ОБНАРУЖЕНИЕ СИГНАЛОВ ДВИЖУЩИХСЯ ЦЕЛЕЙ НА ФОНЕ ДИСКРЕТНЫХ ПАССИВНЫХ ПОМЕХ

В практике работы радиолокационных систем сантиметрового и дециметрового диапазонов волн отражения от «ясного неба» или, как их называют на Западе, «ангелы» известны достаточно давно. Эти мешающие радиолокационные отражения имеют разное происхождение, и их природа

ещё не достаточно изучена. Иностраные учёные связывают это явление с эхо-сигналами от птиц (в особенности от стай перелётных птиц), скопления насекомых (таких как, например, саранча), перемещающихся со скоростью ветра [10]. В отечественной литературе [11] происхождение эхо-сигналов от «ясного неба» объясняется появлением зон аномального распространения электромагнитных колебаний, в которых наблюдается интенсивные отражения на границе сред с различными показателями преломления, в том числе вызванных турбулентностями атмосферы – «термиками». Перелёты птиц происходят в одно и то же время суток (утром и вечером) и в определённые времена года. Соответствующие радиолокационные сигналы имеют характеристики, напоминающие эхо-сигналы от самолёта, поскольку высота полёта птиц может составлять 2 км, скорость от 20 до 150 км/ч, а ЭПР птиц в пределах импульсного объёма РЛС перелётных птиц составляет от 0,001 до 0,1 м², а в некоторых случаях достигает 1 м². Зоны аномального распространения радиоволн перемещаются со скоростью ветра и имеют высоту 2 км. ЭПР этих зон обычно меньше 1 м². Зоны образования эхо-сигналов имеют малое время жизни и их положение может существенно меняться от обзора к обзору РЛС. Размеры этих зон могут превышать импульсный объём РЛС и при увеличении высоты их интенсивность снижается. Существование «ангелов» в течение большей части года (с апреля по сентябрь), в том числе в период отсутствия массового перелёта птиц, позволяет считать, что основными источниками этих мешающих отражений являются не стаи птиц или рои насекомых.

Для повышения помехоустойчивости РЛС к воздействию отражений от «ангелов» в настоящее время используются следующие методы.

- Методы, базирующиеся на формировании специальной диаграммы направленности, приподнятой над земной поверхностью. Данные методы могут приводить к потерям обнаружения низколетящих целей и не решают проблемы защиты от «ангел-эхо» на больших высотах, что делает их малоэффективными.
- Методы, основанные на регулировке усиления приёмного тракта РЛС по специальному закону или добавлении шума в тракт обработки или регулировке порога обнаружения

Листинг 3

```
c_ww1,lags] = xcorr(SF11,6,'coeff');%расчет по первой пачке
[c_ww2,lags] = xcorr(SF22,6,'coeff');%расчет по второй пачке
RA1=abs(c_ww1);%выделение оценки модуля межпериодного коэффициента
корреляции первой пачки
RA2=abs(c_ww2);% выделение оценки модуля межпериодного коэффициента
корреляции второй пачки
FA1 = angle(c_ww1);% выделение оценки аргумента межпериодного коэф-
фициента корреляции первой пачки
FA2 = angle(c_ww2);% выделение оценки аргумента межпериодного коэф-
фициента корреляции второй
%Усреднение оценок модуля и аргумента межпериодного коэффициента
корреляции первой и второй пачки по 8 элементам дальности
sfa1=sfa1+FA1;
sfa2=sfa2+FA2;
sra1=sra1+RA1;
sra2=sra2+RA2;
```

Листинг 4

```
wE1(i,j)=(RE1(i,j).'*e(i,j)); %весовые коэффициенты прототипа для
первой пачки
wE2(i,j)=(RE2(i,j).'*e(i,j)); %весовые коэффициенты прототипа для
второй пачки
```

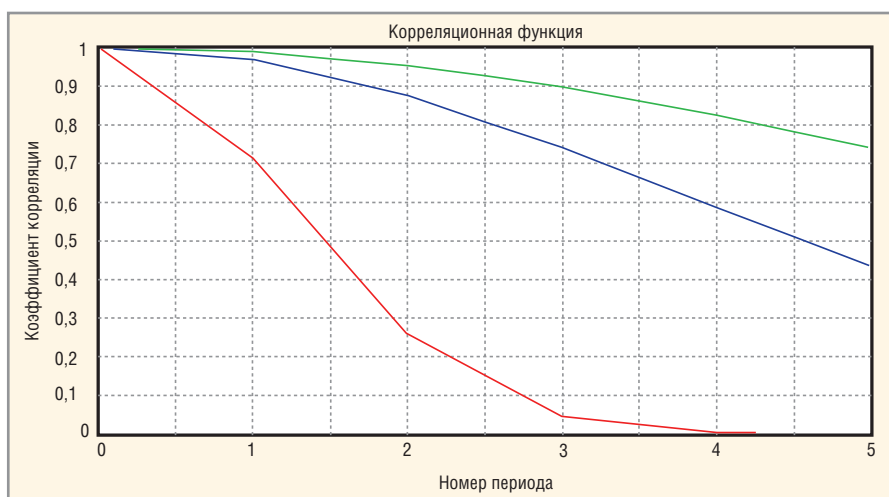


Рис. 2. Корреляционные функции двух компонент пассивной помехи (две верхние кривые) и восстановленная корреляционная функция (нижняя кривая) по результатам оценки методом-прототипом модуля межпериодного коэффициента корреляции, соответствующего второму номеру периода

(АРУ, ВАРУ, ШВАРУ). Данные методы предполагают снижение чувствительности приёмного тракта, что приводит к ухудшению характеристик обнаружения малоразмерных целей, особенно с малой ЭПР.

- Методы межобзорной обработки, которые не полностью решают проблему защиты РЛС от воздействия «ангел-эхо» в силу того, что имеют ограниченные возможности по производительности. Кроме того, большое количество «ангелов» имеют малое время жизни, по сравнению со временем одного обзора РЛС, и не подавляются подобными системами.

- Методы на основе селекции движущихся целей являются в настоящее время наиболее перспективными, так как реализуются в реальном масштабе времени, «на проходе». Однако дискретный целеподобный характер «ангелов» и медленное их перемещение требуют поиска новых алгоритмов селекции движущихся целей. Борьба с дискретными движущимися коррелированными помехами может рассматриваться как обнаружение полезных сигналов на фоне мешающих отражений с использованием неклассифицированных выборок наблюдений, что является одной из сложнейших задач, решаемых в

современных системах СДЦ. Традиционные системы СДЦ в виде адаптивных доплеровских или режекторных фильтров, которые адаптивно подстраиваются к корреляционным свойствам входной классифицированной выборки наблюдений, используя усреднение по дальности, не могут применяться для подавления дискретных движущихся коррелированных помех, как уже было показано в предыдущем разделе.

- Методы классификации дискретных мешающих отражений, основанные на использовании сигнальных методов и их бланкировании.

Рассмотрим методы классификации и бланкирования мешающих отражений более подробно. Известен способ классификации и бланкирования сигналов дискретных мешающих отражений, основанный на формировании так называемого скоростного порога, не превышение которого классифицируется как признак сигнала отражённого от мешающего точечного объекта с малой радиальной скоростью в данном элементе дальности [12]. Такой сигнал бланкируется, снижая поток ложных отметок на выходе приёмного тракта РЛС. Основным недостатком данного способа является его низкая эффективность, обусловленная необходимостью использования вобулированной пачки с ограниченным числом импульсов для однозначного измерения скорости. Кроме того, попытка выставления максимально высокого скоростного порога для повышения эффективности данного способа приводит к росту вероятности бланкирования полезных целей с малой радиальной скоростью. С технической стороны наиболее близким к заявляемому способу является двухчастотный способ классификации и бланкирования дискретных коррелированных помех. Данный способ строится на обработке отражённых сигналов на каждой несущей частоте РЛС в виде двух выборок наблюдения в каждом элементе дальности и включает в себя формирование оценок межпериодной доплеровской разности фаз с последующим их вычитанием для однозначного измерения скорости обнаруживаемого дискретного объекта [13]. Полученная таким образом оценка межчастотной межпериодной разности фазы сравнивается с фазовым порогом (фактически со скоростным порогом), на основании чего принимается решение о бланкировании отражённых сигналов от мед-

ленно движущихся мешающих точечных объектов, если этот порог оказался не превышен. Хотя данный способ позволяет осуществлять более эффективную классификацию сигналов, благодаря более высокой точности оценки межпериодной разности фазы на каждой несущей частоте РЛС, из-за отсутствия вобуляции периодов повторения с использованием большего числа импульсов, он недостаточно хорош для бланкирования полезных целей с малыми радиальными скоростями.

Для предотвращения бланкирования полезных сигналов от целей с малыми радиальными скоростями предлагается метод [14]. Этот метод предполагает, как и метод-прототип, на основе двух выборок наблюдений, принятых на двух несущих частотах, формирование оценок межчастотной межпериодной доплеровской разности фазы для однозначного измерения скорости объектов в каждом элементе дальности и сравнение этой оценки с порогом. При непревышении порога обнаруженный сигнал классифицируется по скоростному признаку как мешающий. Для мешающего сигнала дополнительно формируется модуль межчастотного коэффициента корреляции, который используется для оценки продольного размера классифицируемых объектов. При этом скоростному и корреляционному признаку для мешающих отражений ставят в соответствие логические единицы, совпадение которых фиксируют в каждом элементе дальности с помощью логической функции «И», на основании чего и принимается решение о бланкировании отражённого сигнала. При выборе разности несущих частот в несколько процентов от частоты несущих руководствуются следующим:

- для однозначного формирования скоростного признака разность, соответствующая разности доплеровских смещений частоты, должна быть меньше доплеровских смещений каждой из несущих частот;
- для уменьшения ошибок различения малоразмерных и большеразмерных объектов, к которым относятся мешающие отражения, необходимо эффективно сформировать корреляционный признак.

Предлагаемый способ раскрывает новые функциональные возможности классификации и бланкирования дискретных помех и позволяет исключить бланкирование малоразмерных

полезных целей, имеющих низкие радиальные скорости. Действительно, в способе, взятом в качестве прототипа, для однозначного измерения скорости обнаруженного объекта на каждой несущей частоте формируется оценка межпериодной доплеровской разности фаз с последующим формированием межчастотной межпериодной разности фаз. Для классификации объектов по скоростному признаку можно воспользоваться известной оценкой аргумента межпериодного коэффициента корреляции. Алгоритм этой оценки, получаемой по пачке из N -импульсов, может быть выражен в следующем виде:

$$\hat{\gamma} = \arctg(\hat{s} / \hat{r}),$$

где

$$\begin{aligned} \hat{r} &= \sum_{i=1}^{N-1} \operatorname{Re}(Z_i^* Z_{i+1}), \\ \hat{s} &= \sum_{i=1}^{N-1} \operatorname{Im}(Z_i^* Z_{i+1}), \end{aligned}$$

Z_i – комплексные выборки наблюдений на одной несущей частоте.

Классификация объектов по скоростному признаку может быть реализована с порогом $\gamma_{\text{пор}}$, соответствующим максимальной скорости движения мешающего объекта. Использование такого одночастотного алгоритма классификации сопряжено с существенным недостатком – наличием неоднозначности оценки доплеровской фазы. Известно, что оценка γ связана с длиной волны λ излучения РЛС, частотой повторения импульсов F и радиальной составляющей скорости полёта объекта V соотношением $\gamma = \frac{4 \times \pi \times V}{\lambda F}$. При относительно малых значениях частот повторения ($F = 300\text{--}1000$ Гц), которые используются в большинстве современных РЛС обнаружения, γ в несколько раз может превышать значение 2π даже в случае зондирования РЛС медленно движущегося объекта, в то время как функция арктангенса однозначно определена в интервале изменения фазы от 0 до 2π (или от $-\pi$ до $+\pi$). Это может привести к увеличению вероятности ошибочной классификации скоростных и медленно движущихся объектов. Для устранения указанного недостатка в прототипе используются две несущих частоты РЛС. Доплеровский набег фазы на каждой из несущих частот можно представить в виде:

$$\begin{aligned} \gamma_1 &= \gamma_{10} + 2\pi k, \\ \gamma_2 &= \gamma_{10} + 2\pi k, \end{aligned}$$

где γ_{10}, γ_{20} – значения фазы в области определения $(-\pi, +\pi)$, а $k, n = 0, 1, 2, \dots, \infty$.

Определим межчастотную разность фазы:

$$\Delta\gamma = \gamma_1 - \gamma_2 = \gamma_{10} - \gamma_{20} + 2\pi k - 2\pi n.$$

Для небольшого разнеса несущих частот (несколько процентов от несущей) $k = n$ получаем $\Delta\gamma = \gamma_1 - \gamma_2$. Разность $\Delta\gamma$ однозначно определена в пределах $(-\pi, +\pi)$. Таким образом, алгоритм однозначного измерения разности фаз $|\hat{\gamma}|$:

$$\Delta\hat{\gamma} = |\hat{\gamma}_{10} - \hat{\gamma}_{20}| \leq \gamma_{\text{пор}},$$

где

$$\hat{\gamma}_{10} = \arctg(s_1 / r_1),$$

$$s_1 = \sum_{i=1}^{N-1} \text{Im}(Z_{1i}^* Z_{1i+1}),$$

$$r_1 = \sum_{i=1}^{N-1} \text{Im}(Z_{1i}^* Z_{1i+1}),$$

$$\hat{\gamma}_{20} = \arctg(s_2 / r_2),$$

$$s_2 = \sum_{i=1}^{N-1} \text{Im}(Z_{2i}^* Z_{2i+1}),$$

$$r_2 = \sum_{i=1}^{N-1} \text{Re}(Z_{2i}^* Z_{2i+1}).$$

Измеренная межчастотная разность межпериодной разности фаз сравнивается с порогом и, при непревышении порога, делается вывод о том, что отражённый сигнал происходит от точечных мешающих отражений и его необходимо бланкировать. Так в методе, взятом в качестве прототипа [13], использовалась оценка межчастотной межпериодной разности фаз. В предлагаемом же способе оценка межчастотной межпериодной разности фаз путём сравнения с порогом формирует лишь первый скоростной признак, например, в виде логической единицы, если порог не превышен.

Использование двух несущих частот для однозначного измерения скорости даёт возможность сформировать ещё один признак классифицируемого объекта – межчастотный коэффициент корреляции. Как показано в работе [15], для классификации отражённых сигналов от объектов по их продольному размеру можно использовать характер флуктуаций отражённых сигналов на разных несущих частотах. В частности, в основе второго признака классификации в предлагаемом способе лежит взаимосвязь значения нормированного межчастотного коэффициента корреляции с линейными раз-

мерами объекта. Чем больше размер объекта, тем меньше межчастотный коэффициент корреляции. Если разнос несущих частот выбрать из условия:

$$\Delta F \leq \frac{c}{4L_{\text{MAX}}},$$

где L_{MAX} – максимальный разнос участков локального отражения вдоль линии визирования РЛС на объект при разных несущих частотах зондирующего сигнала, то величина межчастотного коэффициента корреляции $R(\Delta F)$ будет связана с размером объекта L выражением:

$$R(\Delta F) = \cos\left(\frac{4\pi \times \Delta F \times L}{c}\right).$$

Как следует из этой формулы, для того чтобы отличить летательные аппараты с малым продольным размером от медленно перемещающихся дискретных мешающих объектов, имеющих значительно большие размеры L , достаточно выбрать разнос несущих частот ΔF порядка 10 МГц [15]. Современные летательные аппараты имеют максимальный размер менее 75 м, что значительно меньше разрешающей способности РЛС обнаружения, составляющей 150–300 м, то есть соизмеримой с размерами дискретных пассивных помех.

В этом случае для самого большого самолёта, например, Airbus A380, размером 72 м, межчастотный коэффициент корреляции равен:

$$R(10 \text{ МГц}) = \cos \frac{4\pi \times 10^7 \times 72}{3 \times 10^8} = 0,86.$$

Для меньшего размера отечественного лайнера ИЛ-96-300 длиной в 55 м:

$$R(10 \text{ МГц}) = \cos \frac{4\pi \times 10^7 \times 55}{3 \times 10^8} = 0,92.$$

В то время как для 200-метрового мешающего объекта:

$$R(10 \text{ МГц}) = \cos \frac{4\pi \times 10^7 \times 200}{3 \times 10^8} = 0,1.$$

Таким образом, при выборе разнеса несущих не более 10 МГц посредством сравнения корреляционного признака с пороговым значением формируется второй логический признак.

При наличии двух логических единиц (операция «И») принимается решение о бланкировании сигнала отражённого мешающим объектом в данном элементе дальности. Следует отметить, что разнос несущих в 10 МГц хорошо

согласуется с требованием однозначной оценки и скоростного признака, то есть составляет несколько процентов от частоты несущих современных РЛС обзора.

Остаётся лишь решить, как формировать межчастотный коэффициент корреляции, выбрав для этого наиболее эффективный алгоритм оценки. Как и для первого скоростного признака, для формирования межчастотного коэффициента корреляции применим накопление оценки по пачке из N -импульсов:

$$r = \sum_{i=1}^{N-1} \text{Re}(Z_{1i}) \text{Re}(Z_{2i}) + \text{Im}(Z_{1i}) \text{Im}(Z_{2i}),$$

$$s = \sum_{i=1}^{N-1} \text{Re}(Z_{2i}) \text{Im}(Z_{1i}) + \text{Im}(Z_{2i}) \text{Re}(Z_{1i}),$$

$$Z_1 = \sum_{i=1}^{N-1} (\text{Re}(Z_{1i}))^2 + (\text{Im}(Z_{1i}))^2,$$

$$Z_2 = \sum_{i=1}^{N-1} (\text{Re}(Z_{2i}))^2 + (\text{Im}(Z_{2i}))^2,$$

где Z_{1i} и Z_{2i} – комплексные выборки наблюдений на первой и второй несущей частоте. Тогда межчастотный коэффициент корреляции может быть вычислен по следующей формуле:

$$\hat{R}(\Delta F) = \frac{\sqrt{r^2 + s^2}}{\sqrt{Z_1 \times Z_2}} \leq R_{\text{пор}}.$$

Проиллюстрируем работу предлагаемого способа на конкретном примере, прибегнув к моделированию с помощью системы MATLAB. Осуществим классификацию объекта, движущегося со скоростью от 10 до 180 м/с, используя две выборки наблюдений в виде двух пачек импульсов с постоянным периодом повторения 0,001 с, отражённых от объекта на разных несущих частотах: 500 и 510 МГц. Объект может иметь ширину спектра флуктуаций от нескольких герц до нескольких десятков герц и два разных продольных размера, характеризующихся двумя межчастотными коэффициентами корреляции 0,1 (мешающий объект) и 0,9 (полезный объект). Скоростной порог установлен в 100 м/с, а корреляционный порог – 0,5. Обработываемое число импульсов в пачке на каждой несущей равно 8.

Результаты моделирования вероятностей бланкирования данных объектов в MATLAB с использованием предложенного способа (отмечены треугольниками) и способа, взятого в качестве прототипа (отмечены кружками), представлены на рисунках 3 и 4. На рисунке 3 приведена вероятность бланкирования объектов с узким спек-

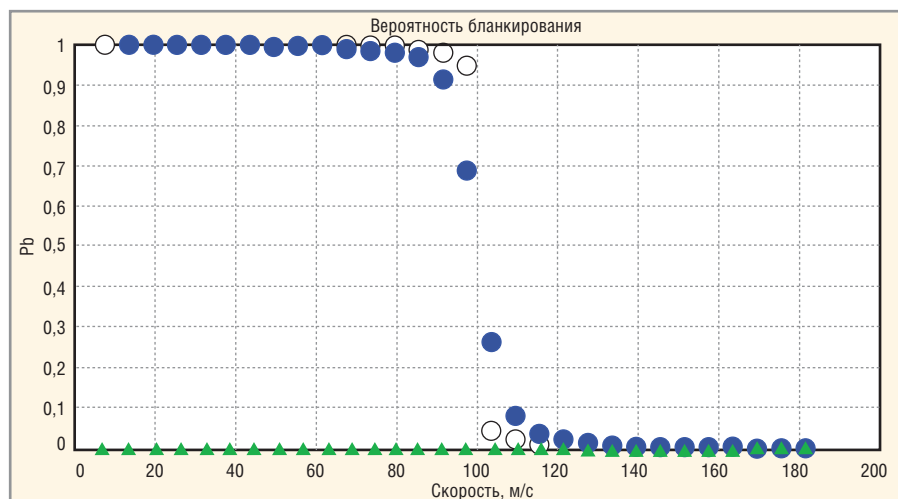


Рис. 3. Вероятность бланкирования узкополосного объекта для скоростного порога 100 м/с и корреляционного порога 0,5 в зависимости от скорости объекта и от его продольного размера в 50 и 200 м

Примечание: ○ – метод-прототип, ▲ (объект 200 м) и ● (объект 50 м) – предложенный метод

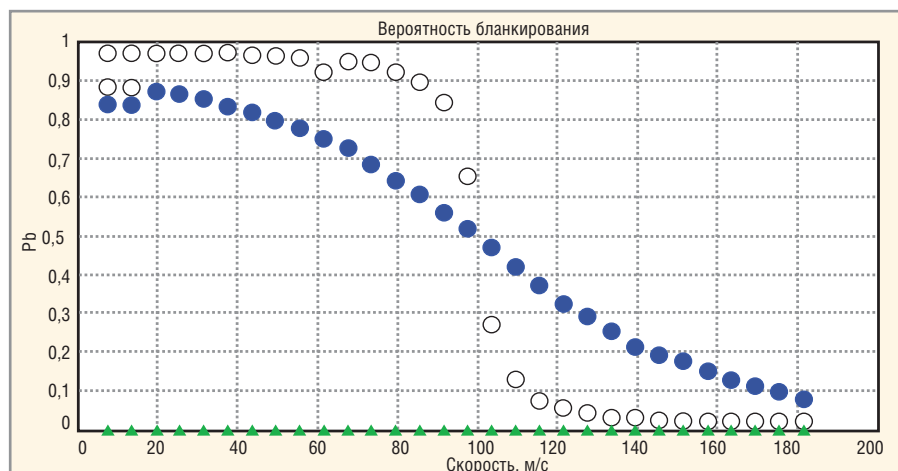


Рис. 4. Вероятность бланкирования широкополосного объекта для скоростного порога 100 м/с и корреляционного порога 0,5 в зависимости от скорости объекта и от его продольного размера в 50 и 200 м

Примечание: ○ – метод-прототип, ▲ (объект 200 м) и ● (объект 50 м) – предложенный метод

тром флуктуаций. Для мешающего объекта с большим продольным размером (оценка межчастотного коэффициента корреляции не превысила порог 0,5) вероятности бланкирования обоих способов совпадают. Для малоразмерных целей у метода-прототипа бланкирование имеет место быть, даже если скорость объекта заметно превышает порог 100 м/с. У предложенного способа малоразмерные цели не бланкируются. На рисунке 4 показаны результаты для объекта с более широким спектром флуктуаций. Можно отметить главное отличие от предыдущих результатов (см. рис. 3) – размытость вероятности бланкирования на границе скоростного порога в 100 м/с и снижение вероятности бланкирования в области малых скоростей мешающих объектов. В целом же, и в этом

случае, предложенный способ имеет явные преимущества перед известным ранее.

Таким образом, проведенное моделирование в системе MATLAB полностью подтверждает положительный эффект от применения предложенного способа классификации и бланкирования дискретных пассивных помех.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные два новых способа обнаружения и классификации пассивных помех разного типа не исчерпывают всех возможных способов повышения эффективности когерентной обработки сигналов в современных РЛС. Тем не менее, они отражают новую ступень в развитии средств защиты РЛС от пассивных помех в новых более сложных усло-

виях априорной помеховой неопределённости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бакулев П.А., Бартенев В.Г., Григорьев Л.Н., Кобзарев Г.Ю. Разработка первых систем защиты РЛС от пассивных помех. Радиотехника. 2016. №5. С. 142–151.
2. Бартенев В.Г. Радиолокационные отражения от «ясного неба» вынуждают улучшать параметры РЛС. Современная электроника. 2014. №7. С. 18–20.
3. Бакулев П.А., Степин В.М. Методы и устройства селекции движущихся целей. М. Радио и связь. 1986.
4. Патент США №3831174 G01s 9/06. 1974.
5. Патент США №4742353 G01s 13/86. 1988.
6. Бартенев В.Г. Способ адаптивного обнаружения сигналов движущихся целей на фоне многокомпонентных пассивных помех. Патент РФ №2593146. По заявке №2015128480. Опубликовано 27.07.2016. Бюл. №21.
7. Бакулев П.А., Кован С.Е. Алгоритм обнаружения сигналов на фоне многомодовых коррелированных помех. Радиотехника. 1981. Т. 36. №8. С. 69–72.
8. Marple S.L. Digital Spectral Analysis. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall. 1987. Chapter 7.
9. Бартенев В.Г., Кутепов В.Е. Сравнительный анализ двух способов формирования весовых коэффициентов в адаптивной системе селекции движущихся целей. Цифровая обработка сигналов. 2014. №2. С. 58–60.
10. Harper W.G. Detection of Bird Migration by Centimetric Radar – a Cause of Radar «Angels». Proceedings of the Royal Society of London. Series B. Biological Sciences. Volume 149. Issue 937. 1958. P. 484–502.
11. Черников А.А. Радиолокационные отражения от «ясного неба». Гидрометеоздат. Л. 1979.
12. Бартенев В.Г., Дракин Е.В. Цифровая система СДЦ. Авторское свидетельство СССР №160231 по заявке №228451 от 13 августа 1980 г.
13. Бартенев В.Г., Галкин Р.Е. Синтез цифрового двухчастотного классификатора дискретных помех по скоростному признаку. Труды 16 Международной конференции «Цифровая обработка сигналов и её применение DSPA-2014». Москва. Т. 1. 2014. С. 343–347.
14. Бартенев В.Г. Способ классификации и бланкирования дискретных помех. Патент РФ №2599870 по заявке № 2015128907. Опубликовано 20.10.2016. Бюл. №29.
15. Абраменков В.В., Климов С.А., Бондарев П.А., Юдин В.А., Гульшин В.А. Разрешение и распознавание радиолокационных объектов. Ульяновск. УлГТУ. 2012.





- Реле и контакторы полностью герметичны по стандарту IP67 и IP69
- Компактный размер и различные варианты монтажа обеспечивают высокую гибкость при проектировании
- Рабочее напряжение реле – до 100 000 В
Рабочий ток реле – до 150 А
- Рабочее напряжение контакторов – до 1500 В
Рабочий ток контакторов – до 1500 А
- Возможна модификация реле под требования заказчика

Теплоотводы на основе нитрида алюминия с алмазным покрытием

Юрий Непочатов, Дмитрий Городецкий, Артём Абрамян,
Илья Самусов, Александр Окотруб (г. Новосибирск)

Повышение степени интеграции изделий радиоэлектроники приводит к повышению локальных или распределённых по всей площади тепловых нагрузок, обуславливает обострение проблемы перегревов, для решения которой требуется создание эффективных теплоотводов. В работе описывается конструкция и технология изготовления теплоотводов с использованием керамики из нитрида алюминия с алмазным покрытием, полученным путём осаждения поликристаллических плёнок из газовой фазы. Показана целесообразность применения данной технологии для изготовления теплоотводов на основе нитрида алюминия с повышенной теплопроводностью.

ВВЕДЕНИЕ

Современные радиоэлектронные устройства (РУ) всё более насыщаются мощными активными элементами различного назначения. Это приводит к усложнению РУ, увеличению числа входящих в них элементов при постоянном стремлении максимально увеличить мощность и снизить габариты. Энергетический КПД активных элементов, как правило, невелик, и значительная доля энергии питания превращается в тепловую энергию с соответствующим перегревом активных элементов и РУ. Условия эксплуатации РУ могут меняться в широких пределах, в том числе и температура окружающей среды. Мощные полупроводниковые приборы, имеющие малые размеры, при увеличении удельных мощностей рассеивания в этих условиях эксплуатации перегреваются, что приводит к снижению их надёжности и надёжности РУ в целом. Для исключения перегревов необходимо обеспечить нормальные тепловые режимы работы активных элементов, которые определяются, прежде всего, тепловыми характеристиками элементов, конструктивным выполнением корпуса и системой отвода тепла. Важнейшим элементом практически любого мощного прибора является его корпус. Он должен удовлетворять требованиям, предъявляемым к конструкции прибора, его назначению, стойкости к воздействию внешних факторов, в том числе и специальных, и иным требованиям надёжности. Кроме того, корпус должен быть устойчив к технологическим режимам сборки транзистора. Качество конструкции корпуса актив-

ного элемента определяется его термическим сопротивлением: чем оно меньше, тем лучше конструкция. Одним из основных элементов конструкции корпусов мощных силовых приборов является керамический теплоотвод, на котором расположены силовые полупроводниковые кристаллы. Керамический теплоотвод выполняет две основные функции:

- осуществляет электрическую изоляцию токоведущих шин топологического рисунка, расположенных на одной стороне, друг от друга, а также от токоведущих шин на другой стороне;
- передаёт тепло, выделяемое активными силовыми полупроводниковыми кристаллами (диодами, транзисторами и тиристорами), на теплоотводы и радиаторы.

Достичь минимального термического сопротивления можно за счёт использования в качестве теплоотводов материалов с высокой теплопроводностью, минимальной толщиной и с нанесённым на его поверхности слоем металлизации.

Традиционный материал теплоотвода – керамика из оксида бериллия (BeO), характеризующаяся малыми диэлектрическими потерями в СВЧ-диапазоне частот и высокой теплопроводностью. Единственный производитель изделий из бериллиевой керамики на постсоветском пространстве – это ТОО «КазМетизПром», который находится в г. Усть-Каменогорске (Республика Казахстан). Производственные мощности ТОО «КазМетизПром» не в состоянии удовлетворить спрос и обеспечить требуемый уровень

качества продукции, к тому же цены на изделия из BeO достаточно высоки. В России отсутствуют предприятия, способные выпускать изделия из бериллиевой керамики. Ввод в действие новых производственных мощностей в России, ориентированных на выпуск бериллиевой керамики и деталей из неё, не планируется.

Кроме того, производство керамики из BeO чрезвычайно токсично, что вызывает необходимость разработки особых мер по обеспечению безопасных условий работы персонала. Существенным недостатком оксида бериллия является значительное снижение величины теплопроводности с ростом температуры. Поэтому для решения вопросов повышения эффективности отвода тепла от мощных силовых полупроводниковых приборов, а также импортозамещения, актуальной задачей становится разработка новых высокотеплопроводящих материалов и корпусов из них.

Разработчики и предприятия-изготовители мощных силовых приборов ведут поиск экологически чистых материалов с требуемыми диэлектрическими свойствами и теплопроводностью, альтернативных керамике из BeO. С этой целью проводятся работы по получению алмазной керамики, исследуются возможности применения сфалеритоподобного нитрида бора, карбида кремния, кристаллического карбида бора, а также композитных материалов с высокой теплопроводностью.

Одним из перспективных материалов с высокой теплопроводностью для использования в изделиях электронной техники для отвода тепла от нагреваемых элементов является алмаз-карбидный композит «Скелетон». Композит алмаз-карбид кремния – новый тип композиционных материалов с уникальным комплексом свойств, полученный путём химических реакций [1]. В композитном материале (КМ) алмаз-карбид кремния в зависимости от концентрации алмаза и карбида кремния полученные значения теплопроводности достигают 600 Вт/м·К, что превышает теплопроводность

меди (380–420 Вт/м·К). Изготовление алмазных КМ включает ряд последовательных операций: холодное формование заготовок из алмазных порошков, термообработку заготовки и пропитку жидким кремнием. Формование осуществляют с добавлением временного связующего (10 мас. 25-процентного спиртового раствора фенолформальдегидной смолы) при давлении 200 МПа. Термообработку и пропитку жидким кремнием производят в вакуумной печи при $P = 10$ Па и $T = 1550^\circ\text{C}$.

Сейчас наиболее перспективными представляются высокотеплопроводные поликристаллический алмаз (полиалмаз) и керамика на основе нитрида алюминия (AlN). Определённые успехи по использованию теплоотводов на основе этих материалов в корпусах СВЧ-транзисторов достигнуты в АО «НПП «Пульсар», где проведён комплекс работ по исследованию возможности использования керамики на основе нитрида алюминия (AlN) и полиалмаза в корпусах полупроводниковых приборов. По коэффициенту теплового расширения материал AlN хорошо согласуется с кремнием, что особенно важно для приборов, выполненных на кристаллах больших размеров. К тому же, в отличие от BeO-керамики, теплопроводность AlN-керамики не уменьшается при нагреве транзистора. Результаты исследований подтвердили возможность использования AlN-керамики в корпусах мощных приборов. Также в АО «НПП «Пульсар» в ходе работ по выполнению теплоотвода мощных СВЧ-приборов на основе полиалмаза разработан корпус лавинно-пролётного диода (ЛПД) миллиметрового диапазона. Мощность, генерируемая меза-структурой диода, смонтированной на алмазном теплоотводе, в четыре раза превышала мощность подобной меза-структуры на медном теплоотводе. Разработан и корпус мощного транзистора S-диапазона с теплоотводом из полиалмаза [2].

В последнее время внимание разработчиков всё больше привлекают транзисторы на основе нитрида галлия (GaN), способные работать при высоких температурах и на более высоких частотах, чем кремниевые приборы. Так, мощность GaN-транзисторов компании Nitronex (США) достигает 50 Вт на частоте 2,5 ГГц, транзисторов фирмы Eudina (Япония) – 180 Вт на частотах 2,11–2,17 ГГц. Появились сообщения о формировании GaN-структур на

тонких подложках из полиалмаза [3]. Реализация уникальных свойств таких структур (большие уровни мощности, способность работать при высоких температурах и на сверхвысоких частотах), вероятнее всего, возможна только в корпусе с теплоотводом из полиалмаза. Помимо высокой твёрдости и износостойкости, алмаз обладает уникальной высочайшей теплопроводностью, которая позволяет расширять применение этого материала для радиоэлектроники.

В настоящее время освоена техника выращивания алмазных пластин в плазмохимическом реакторе на основе СВЧ-разряда (Chemical Vapor Deposition, CVD). Важнейшими преимуществами CVD-алмаза являются: большие размеры, высокая теплопроводность и воспроизводимость физических параметров вследствие тщательного контроля условий роста и чистоты используемых газов.

В АО «ВНИИАЛМАЗ» разработана группа технологий изготовления высоконаполненного материала без использования высоких давлений, основанная на применении мелкодисперсных и нанопорошков упрочняющей фазы и связки (защищены патентами РФ). Аналогами этих материалов являются композиты на металлокерамической и металлической связке, наполненные мелкозернистыми порошками алмазов и/или кубического нитрида бора, а также спечённые поликристаллические материалы [4]. Расширение применения в этом направлении высокотеплопроводных алмазов стало возможным за счёт их получения по технологиям термохимического осаждения (CVD-алмазы). Метод CVD – одна из новых технологий получения алмазных продуктов путём термохимического осаждения из паровой фазы. Среда из водорода и метана (с избытком водорода) при термическом воздействии микроволновой плазмы, тлеющего разряда или нагрева проволокой разлагается, и атомы углерода осаждаются на специально подготовленной подложке с формированием алмазной структуры. Развитие технологии CVD в последние годы позволило выращивать алмазные пластины диаметром 300 мм и толщиной в несколько миллиметров. Успешное осаждение CVD-алмазных плёнок на подложках из керамического AlN было продемонстрировано в работе [5], а изготовление керамического матери-

ала из смеси порошков нитрида алюминия и алмаза – в патенте [6].

Для получения крупных поликристаллических алмазных продуктов нового поколения для целей электроники необходимо наносить на алмазы металлизационные покрытия, целесообразность которых доказана отечественной и зарубежной практикой. Закладывая алмазные зёрна в металлическую оболочку, тем самым заполняя микротрещины, покрытия увеличивают их прочность и дают возможность спекать их с другими материалами. Например, прочность алмазных зёрен, покрытых никелем, вырастает на 22%. Степень металлизации зёрен варьируется от 40 до 100%, в зависимости от условий работы. Степень металлизации 100% соответствует тому, что масса покрытия из никеля, нанесённого на единичное зерно алмаза или КНБ (кубического нитрида бора), равна массе этого зерна. Дополнительно покрытия защищают алмазную фазу от окисления при спекании в металлических и керамических связках, создают развитую поверхность повышающую сцепление с матричным материалом, что активно используется при изготовлении поликристаллических и композиционных материалов. Для металлизации алмазов применяют вакуумное осаждение, термохимические и гальванические методы [4].

Таким образом, исходя из изложенного, создание керамического материала с повышенной теплопроводностью возможно за счёт:

1. Введения в исходный порошок нитрида алюминия материалов с высоким значением теплопроводности.
2. Нанесения на поверхность нитрида алюминия покрытий из материалов с высоким значением теплопроводности.

Первый путь связан со сложностями взаимодействия порошков высокотеплопроводного алмаза с порошком нитрида алюминия и превращения его в графит, а также взаимодействие с другими веществами с образованием карбидов или их сгоранием при наличии в печи остаточного кислорода. Поэтому, на взгляд авторов, более воспроизводимой технологией является технология металлизации керамики из нитрида алюминия за счёт осаждения алмазных покрытий.

Целью работы является получение конструкции теплоотвода для полупроводников с большим уровнем мощно-

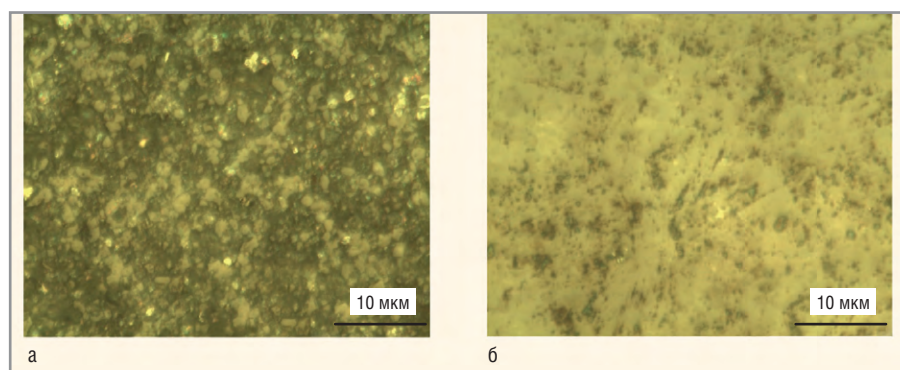


Рис. 1. Оптические микрофотографии ростовой поверхности диска из нитрида алюминия:

а – шлифованного диска; б – полированного диска

сти, способных работать при высоких температурах.

ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Шлифованные и полированные алюминитридные диски $\varnothing 17 \times 2$ мм с плотностью $3,31 \text{ г/см}^3$ и теплопроводностью $160 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ с алмазом, осаждённым методом CVD.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В работе проводились исследования возможности выращивания алмазных плёнок на поверхности шлифованных и полированных дисков из нитрида алюминия. Для этого на первом этапе была проведена оценка рельефа ростовой поверхности дисков (см. рис. 1) с помощью оптического микроскопа OLIMPUS.

Структура шлифованных дисков представляет собой зернистую структуру со средним размером зерна около 200 нм. Полированный образец имеет более однородную поверхность с рядом различных каверн, сформированных при проведении полировки. Рельеф ростовой поверхности и качество подготовки поверхности диска оказывает значительное влияние на структуру синтезируемой алмазной плёнки. Поэтому, перед проведением синтеза, диски проходили очистку в ацетоне и изопропиловом спирте.

Осаждение алмазной плёнки проводилось методом плазменно-стимулированного осаждения из газовой фазы (Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition, PECVD) в микроволновом плазменном реакторе пониженного давления без автономного подогрева подложки, при генерации плазмы микроволновым излучением частотой 2,45 ГГц мощностью до 5 кВт (установка Seki Technotron AX5250M, Япония). Основным плазмообразующим газом служил водород, поступаю-

щий из электрохимического водородного генератора «Спектр-60» с объёмной скоростью 500 мл/мин. В качестве источника углерода использовался пентан.

Поскольку из-за большого различия поверхностных энергий алмаза и нитрида алюминия плотность центров зародышеобразования алмаза мала, то для роста сплошной плёнки использовали принудительную нуклеацию. Наилучшие результаты были достигнуты для нуклеационных смесей на основе водного раствора сахарозы и детонационных наноалмазов УДА-Ф9 (средний размер конгломератов около 20 нм), наносимых методом высушивания мениска. Эксперименты проводились при давлении в камере 120 мбар. Мощность СВЧ-генератора составляла 2000 Вт. Варьировались концентрация углеводорода и время синтеза. После проведения синтеза образцы были характеризованы методами оптической микроскопии и спектроскопии комбинационного рассеяния света.

По оптическим микрофотографиям видно, что образцы после проведения синтеза приобрели более тёмный окрас. Адгезия алмазной плёнки к поверхности шлифованных образцов была значительно выше по сравнению с полированными образцами. Поэтому для дальнейших исследований были выбраны шлифованные диски.

Образцы №1, №2 и №3 были получены на шлифованных дисках из нитрида алюминия (см. рис. 2). Алмазная плёнка на образце №1 была получена при проведении синтеза в течение 4,5 ч и при подаче источника углерода (пентан) с объёмной скоростью 10 мл/мин. При проведении взвешивания до и после синтеза было установлено, что толщина алмазной плёнки составила 50 мкм (скорость роста 11 мкм/ч). Структура поверхности состоит из мелких кри-

сталлитов и наноалмазной фазы (что хорошо подтверждается из оптических микрофотографий и спектроскопии комбинационного рассеяния). Спектроскопия комбинационного рассеяния света (КРС) демонстрирует характерный для алмазной фазы отклик на 1330 обратных сантиметрах. Часть алмазной плёнки отслоилась от подложки. Это связано с быстрым охлаждением образца после синтеза.

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

При синтезе образца №3 была установлена скорость подачи источника углерода на уровне 7 мл/мин и время синтеза составило 3 ч. Скорость роста алмазной плёнки составила 10 мкм/ч (общая толщина плёнки 30 мкм). На образце №3 присутствует хорошо кристаллизованная алмазная плёнка со средним размером кристаллов около 500 нм. Спектроскопия КРС подтверждает высокое качество алмазной плёнки в данной области. Таким образом, для данных параметров синтеза оптимальная скорость роста составила 10 мкм/ч при подаче источника углерода с объёмной скоростью 7 мл/ч.

На образцах №1, 2 и 3 с алмазными плёнками, полученными на шлифованных дисках из нитрида алюминия, были проведены измерения коэффициента теплопроводности методом лазерной вспышки с использованием установки LFA 427 (NETZSCH, Германия). Измерения показали, что теплопроводность дисков из нитрида алюминия с алмазными слоями, осаждёнными методом CVD, возросли со $160 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ до $200\text{--}220 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$.

Выводы

Определены оптимальные условия формирования алмазной плёнки

методом плазменного CVD с микроволновым возбуждением на поверхности керамической пластинки из AlN. Тонкие алмазные слои, нанесённые на нитрид алюминия, позволяют повысить теплопроводность дисков на 20–40%. Из полученных результатов следует, что для достижения больших значений коэффициента теплопроводности за счёт нанесения тонких алмазных слоёв методом CVD требуются дальнейшие исследования влияния толщины слоёв, формирующих радиальные тепловые потоки, направленные от центра образца к его краям. Перспектива создания эффективных теплопроводящих покрытий основана на увеличении адгезии алмазного слоя к подложке из нитрида алюминия, а также на применении для нанесения алмазного покрытия подложек сложного профиля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сидоров В.А., Катаев С.В. Конструкционные материалы с высокой теплопроводностью для теплоотводов в изделиях электронной техники. Электронная техника. Серия 2. Полупроводниковые приборы. 2011. Вып. 2.
2. Сидоров В. Корпус СВЧ-транзисторов на основе полиалмаза и алюмонитридной керамики. Электроника: наука, технология, бизнес. 2007. №4.
3. Васильев А., Данилин В., Жукова Т. Новое поколение полупроводниковых материалов и приборов. Через GaN к алмазу. Электроника: наука, технология, бизнес. 2007. №4.
4. Бойцов А.Г., Дудаков В.Б., Шкарупа М.И. Алмазная обработка: инновационные пути. Ритм. 2014. №9.
5. Ральченко В.Г., Савельев А.В., Попович А.Ф., Власов И.И., Воронина С.В., Аишкина Е.Е. Двухслойные теплопроводящие диэлектри-

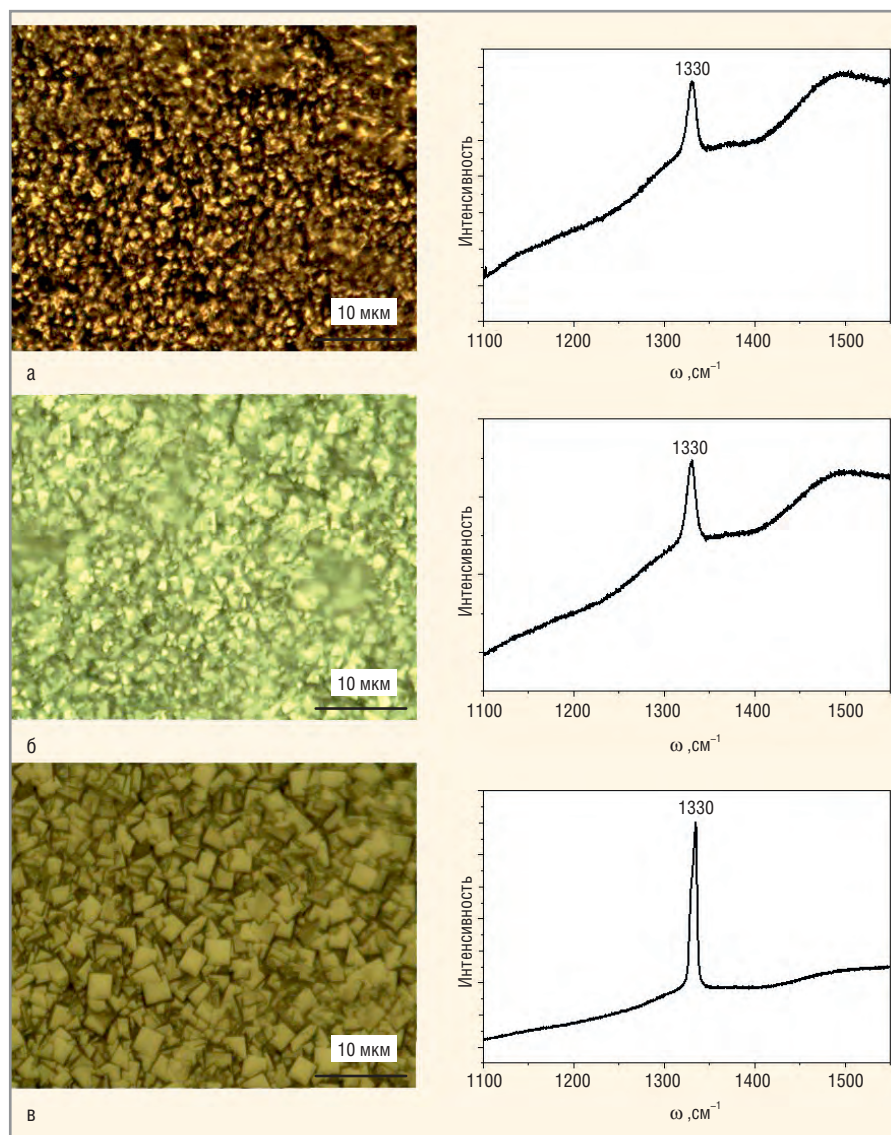


Рис. 2. Оптические микрофотографии поверхности алмазных плёнок на поверхности подложек из нитрида алюминия и соответствующие им спектры комбинационного рассеяния света для образцов: а – №1; б – №2; в – №3

- ческие подложки алмаз-нитрид алюминия. Микроэлектроника. 2006. №4.
7. Патент Белоруссии BY 17760 C1 2013.12.30. МПК C 04B 35/582; C 04 35/78.

Заявл. 2012.01.20. Оpubл. 2013.08.30. Способ получения керамического материала на основе нитрида алюминия и алмаза.



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

ProCHIP
POWERED BY PROSOFT

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИЛЕР

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

Реклама

Обзор и отраслевые проблемы беспроводного Интернета вещей

Кайлаш Нараянан, Keysight Technology

В статье рассказывается о новых возможностях для многих игроков рынка электроники и программного обеспечения, которые открывают связанные датчики, поставляющие ключевые данные, а также о дальнейшей обработке этих данных в облаке для оценки происходящего.

Интернет вещей (IoT) связан не столько с беспроводными технологиями, сколько с комбинацией ключевых данных, передаваемых датчиками, с машинным обучением и искусственным интеллектом (ИИ), обрабатывающим эти данные для понимания происходящего, повышения эффективности и экономии средств. Сейчас крохотный процессор ARM обладает большей производительностью, чем настольные ПК начала 1990-х гг., особенно с учётом практически неограниченных вычислительных ресурсов облака. Это явление и успехи в разработке ПО позволили добиться революционных достижений в области машинного обучения, а также ИИ. Машинное обучение и ИИ лежат в основе практически любого выгодного предложения в области IoT. Для процветающей отрасли IoT наиболее важную роль играют следующие четыре фактора: жизнеспособная модель ведения бизнеса, надёжная топология подключения, надёжные датчики, а также методы извлечения и обработки информации.

Динамика бизнеса в области беспроводной передачи данных

С точки зрения оператора, путь перехода от служб передачи данных 3G к 4G

и затем к 5G ведёт к слиянию и обезличиванию. Средний доход на одного абонента (ARPU) применительно к услугам сотовой связи из года в год снижается. Объём потребляемых данных растёт в геометрической прогрессии, а прибыль на мегабайт в геометрической прогрессии падает. Операторы вынуждены вкладывать огромные средства в инфраструктуру для поддержки снижающегося потока прибыли. Провайдеры видеослужб через Интернет (OTT), потребности крупных компаний и деятельность, направленная на слияние и приобретение, будут создавать для операторов новые проблемы, вынуждая их предлагать услуги, обеспечивающие минимальную стоимость соединения при поминутной оплате.

Всё это вызывает потребность в маломощных глобальных сетях LPWA. Существуют сотни приложений, за которые операторы могут взимать плату от нескольких копеек до нескольких сотен рублей в месяц. Объёмы данных, ассоциируемые с этими приложениями, очень малы, поэтому нагрузка на существующую структуру невелика. Можно ожидать, что в будущем операторы смогут получать большую часть прибыли от этих новых услуг, основанных на технологиях LPWA.

Технологии и приложения IoT

Сети LPWA предназначены для поддержки приложений межмашинных коммуникаций (M2M) с малыми скоростями передачи и с терминальными устройствами, способными долгое время работать от батареи и не требовать обслуживания. Существует множество технологий LPWA, включая NB-IoT, LoRa и SIGFOX. Технология NB-IoT, контролируемая группой стандартизации 3GPP, широко поддерживается операторами и инфраструктурой (см. рис. 1). NB-IoT предлагает альтернативную технологию для счётчиков воды и газа, парковочных датчиков, пожарных извещателей, систем безопасности и т.п. Во всех этих областях сейчас уже используются свои технологии, поэтому NB-IoT их не столько преобразит, сколько откроет новые возможности, которые расширят сферу их применения.

Технологии LPWA меняют модель ведения бизнеса у компаний, которые хотят сохранить подключение к своим продуктам в полевых условиях. Современное крупное стационарное оборудование содержит сотовые модемы, которые позволяют отслеживать его состояние и прогнозировать техническое обслуживание. Получать информацию от недорогих продуктов за пределами помещения уже не так просто. Технология NB-IoT даёт возможность оборудовать все выпускаемые продукты встроенными метками, которые позволят производителям отслеживать их состояние, получая сведения для непрерывного улучшения продукта и маркетинга. Технологии LPWA, включая NB-IoT, позволяют компаниям получать информацию о способах применения и состоянии выпускаемых продуктов, не заключая договор о подключении к сети с их пользователем. Сейчас невозможно найти и отследить неподключённые продукты без взаимодействия с пользователем или без развёртывания беспроводной сети поставщика на территории заказчика – метки NB-IoT позволяют решить эту проблему.

Число приложений этой технологии поистине безгранично. Например, производители промышленных аккумуля-

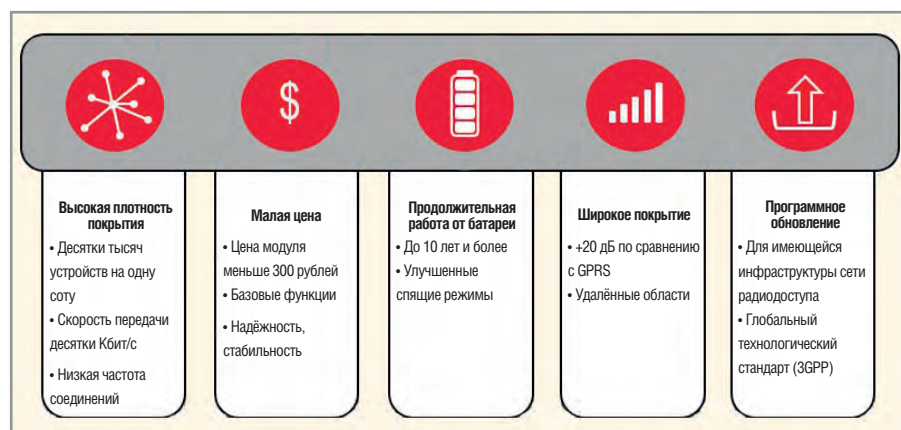


Рис. 1. Технология NB-IoT

торов могут отслеживать работу своих батарей, не заключая договора с производителем автомобилей или конечным пользователем.

Влияние IoT на вертикальные отрасли

Интересно было бы взглянуть на явление IoT с нескольких точек зрения.

С точки зрения качества жизни IoT сулит существенное повышение комфорта и эффективности, для чего в прошлом требовались большие трудозатраты. Зная о потребителе ещё больше, компании смогут окружить его полезными услугами, управляя мельчайшими деталями жизни – банковскими операциями, развлечениями, передвижениями, покупками, лечением, путешествиями и уходом за детьми. Потребитель, вероятно, будет получать меньше рекламы тех вещей, которые ему не нужны, и не будет тратить время на поиск вещей, которые его интересуют.

С коммерческой точки зрения IoT позволяет повысить эффективность распределения энергии и ресурсов. Имеются сотни выгодных предложений для множества вертикальных отраслей (см. рис. 2):

- информация для водителей грузовиков, помогающая экономить топливо;
- поиск свободных парковочных мест;
- диагностическое обслуживание вместо планового;
- самообучающиеся производственные линии, оптимизирующие расход энергии, минимизирующие объём отходов и повышающие выход годной продукции;
- оптимизация энергосетей с ветровыми турбинами и другими энергетическими установками;
- управление логистикой – информация о том, где в данный момент находится каждая единица товара.

Многие перечисленные предложения могут предоставляться в виде услуг, открывая перед компаниями широкий выбор новых возможностей. IoT позволяет перейти от капитальных затрат к эксплуатационным расходам: «Мне не нужен музыкальный плеер, я просто хочу послушать музыку». По мере того, как мир всё больше ориентируется на результат, вертикальным отраслям придётся пересмотреть свои бизнес-модели. Практически все поставщики товаров трансформируются в поставщиков услуг – например, автомобили с



Рис. 2. Интернет вещей и рынок M2M

автопилотом, аренда сложного оборудования и т.п.

Экономия за счёт ориентации на результат открывает третью статью бюджета – не капитальные затраты и не эксплуатационные расходы, а экономия. Например, компании IoT, ориентированные на горнодобывающую промышленность, смогут снизить расходы на топливо, сократить число аварий, связанных с ошибками операторов, и т.п., а бизнес-модель компании может опираться на арендную плату за право разработки недр, исчисляемую как процент от экономии на горных работах. Это беспроигрышный вариант.

Сейчас часто ведутся споры о том, все ли отрасли промышленности перейдут на деятельность, ориентированную на результат. Ни один заказчик не хочет и не должен рисковать тем, что продукт не обеспечит заявленную окупаемость. В будущем заказчик будет покупать именно результат, а поставщики будут брать риск обеспечения результата на себя. Это откроет новый тип финансового рынка, на котором поставщики будут страховать вас от риска неполучения обещанного результата.

Основной смысл IoT заключается в том, чтобы исключить людей из технологических циклов. Ключевым фактором является внедрение сквозных процессов, в которых не участвуют люди, и установка беспроводных датчиков. Это станет возможным благодаря тому, что выполнение всех задач возьмут на себя программы анализа данных и машинное обучение.

Отраслевые проблемы

Отраслевые проблемы связаны, в основном, с необходимостью создания жизнеспособной модели ведения биз-

неса, сокращением времени продвижения продуктов на рынок, ускорением окупаемости и созданием сетей надёжных датчиков. Проблемы проектирования датчиков включают отслеживание развивающихся стандартов, миниатюризацию устройств и связанные с этим проблемы целостности сигнала, требования к сроку службы батарей (7–10 лет без замены) и сертификацию.

С технической точки зрения, продление срока службы батарей до нескольких лет является одной из целей проектирования всех устройств IoT. Разработчикам нужно измерять время работы батареи и потребляемый ток в реальных условиях эксплуатации. Разработчики датчиков сталкиваются с такими проблемами целостности сигнала, как перекрёстные помехи и т.п., актуальность которых растёт с ростом миниатюризации и плотности соединений между компонентами.

С коммерческой точки зрения проблемы могут зависеть от конкретного приложения IoT. И хотя для потребительских приложений IoT, таких как носимые устройства и бытовая автоматизация, главным фактором является цена, подключённые автомобили и транспорт требуют стопроцентной надёжности, долговечности, защищённости и возможности управления устройствами при минимальном участии человека или вообще без него.

Сегодня существует большое разнообразие форматов связи. Довольно часто наблюдаются быстрые инновации в какой-то новой области. В таблице приведены некоторые параметры, которыми нужно руководствоваться при выборе стандарта радиосвязи. Впрочем, приведённый список радиоформатов IoT далеко не полон.

Скорее всего, IoT позволит реализовать многие революционные модели

Параметры, необходимые для выбора стандарта радиосвязи

Пропускная способность	Технология	Применение
Хорошая	Wi-Fi	Большие скорости передачи, ограниченное покрытие
	LTE	Большие скорости передачи, покрытие в масштабах страны
	Bluetooth и BT с малым энергопотреблением	Малые скорости передачи, малая мощность, малое покрытие
	NB-IoT или Cat M, LPWA	Малые скорости передачи, сверхмалая мощность и покрытие в масштабах страны
Низкая	Zigbee, Thread	Ограниченное покрытие, домашняя автоматизация
	WISUN	Малые скорости передачи, широкое покрытие, считывание показаний счётчиков

ведения бизнеса и способы повышения рыночной эффективности.

И хотя пока не наблюдается серьёзного обсуждения сервис-моделей операторов,

вероятно, в будущем, за дополнительную сотню или пару сотен рублей месячной абонентской платы (что соответствует повышению ARPU примерно

на 25%), операторы смогут предложить коробку меток, которые можно будет устанавливать на велосипеды, машины, домашних животных, детей, газонокосилки, на ключи от машины и т.п., и которые будут работать с приложением типа «Найди мой...». Возможно, в будущем именно этот сегмент рынка устройств IoT окажется самым объёмным. По мере того как мир всё больше ориентируется на результат, IoT на основе машинного обучения и искусственного интеллекта неизбежно станет ключевой технологией, позволяющей в реальном времени задействовать множество вертикальных отраслей, обеспечивая эффективность, экономию и гибкость как для поставщиков, так и для потребителей.



Новости мира News of the World Новости мира

Международный форум «Микроэлектроника-2017»

Со 2 по 7 октября 2017 года в Алуште (Республика Крым) пройдёт третий Международный форум «Микроэлектроника-2017».

Форум организован ведущими институтами и дизайн-центрами страны: АО «НИИМА «Прогресс», АО НИИМЭ, НИУ МИЭТ, а также при поддержке ДРЭП Министерства промышленности и торговли РФ, госкорпорации «Ростех», АО «Росэлектроника», инновационного центра «Сколково», Союза машиностроителей России и федеральной программы «Работай в России!».

Международный форум «Микроэлектроника-2017» является высокоинтеллектуальной площадкой №1 в России, которая объединяет и маститых учёных с мировым именем, и молодых инженеров, и разработчиков, а также отечественных и зарубежных представителей бизнеса.

Основная цель проведения форума: комплексно рассмотреть актуальные вопросы разработки, производства и применения отечественной электронной компонентной базы и высокоинтегрированных электронных модулей.

В период острой импортозависимости России в микроэлектронике, быстрой смены и появления на мировых рынках новых современных технологий, российские участники микроэлектронного кластера нуждаются во всесторонней и своевременной информации о современных трендах развития индустрии. В свете сложившейся на сегодняшний день экономической и внешне-



политической ситуации форум «Микроэлектроника-2017» предоставляет возможность крупным отраслевым игрокам наладить новые взаимовыгодные каналы кооперации, а для молодых развивающихся компаний – заявить о себе среди специалистов мирового уровня.

Форум демонстрирует бизнес-сообществу и научной среде возможности использования современных мировых технологий (пользовательских, коммерческих и специализированных), стимулирующих дальнейшее развитие отрасли.

Целевая аудитория форума – это эксперты с мировым именем, молодые инженеры и разработчики, потребители ЭКБ, интеграторы и поставщики решений, представители федеральных и региональных органов государственной власти РФ, а также научных и образовательных учреждений, специалисты смежных направлений науки и бизнеса.

В рамках фестиваля инноваций на обсуждение будут представлены собственные разработки, идеи и проекты, которые получат

оценки экспертного совета о перспективах и возможностях их применения.

В рамках деловой программы планируются коммерческие доклады и круглые столы по разработке и принятию решений для развития отрасли в условиях современной экономической ситуации.

Фундаментальным мероприятием форума станет 3-я Международная научная конференция «Микроэлектроника – ЭКБ и электронные модули», в рамках которой будут представлены:

- навигационно-связные СБИС и модули;
- высокопроизводительные вычислительные системы;
- информационно-управляющие системы;
- технологии и компоненты микро- и нанoeлектроники;
- изделия микроэлектроники общего и специализированного назначения;
- методы и алгоритмы САПР СБИС;
- СВЧ интегральные схемы и модули;
- микросистемы.

Подробная информация и регистрация участников доступны на официальном сайте форума – microelectronica.pro.

INTEL electron

Квалифицированный поставщик ЭКБ

АО «НАУЧНО-ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР «ИНТЕЛЕКТРОН» является квалифицированным поставщиком электронной компонентной базы (ЭКБ) отечественного и иностранного производства и по праву занимает лидирующие позиции в области комплексных поставок высокоэффективных и надежных электронных компонентов, модулей, электрорадиоизделий для предприятий оборонной, аэрокосмической, радиоэлектронной и атомной промышленности. В нашей номенклатуре поставок свыше 300 товарных групп.

ПОСТАВКА ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ ИНОСТРАННОГО ПРОИЗВОДСТВА ОТ ВЕДУЩИХ МИРОВЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ:

- микросхемы и ИС для ответственных применений
- активные и пассивные СВЧ-компоненты
- силовая электроника
- соединители и микросоединители (до 6 ГГц): ударопрочные, силовые, плоские, специальные
- DC/DC-изолированные и неизолированные источники питания
- AC/DC-преобразователи
- контроллеры TFT- и LCD-панелей и дисплеев
- интегральные схемы для обработки звука и видео
- видеостены и видеопанели
- модули визуального вывода
- высокоскоростные медные и оптические кабели
- стандартные и сверхзащищенные кабели для ответственных применений
- силовые и СВЧ-кабели
- процессорные модули на основе FPGA, материнские платы, SoC-модули
- соединители DC
- вакуумные управляемые конденсаторы
- вакуумные реле и прерыватели
- оптические изоляторы, циркуляторы, сплитеры, переключатели, фильтры WDM/CWDM/DWDM/DADM, мультиплексоры и демultipлексоры
- керамические фильтры, резонаторные фильтры, направленные ответвители, специальные СВЧ-фильтры



В АО «НИЦ «ИНТЕЛЕКТРОН» действует система менеджмента качества в соответствии с требованиями ГОСТ ISO 9001-2011, ГОСТ РВ 0015-002-2012, ЭС РД 009-2014, ЭС РД 010-2015

Наши сертификаты и лицензии:

- свидетельство о квалификации (СДС «Электронсерт»)
- сертификат соответствия СМК (СДС «Военный регистр»)
- лицензия на проведение работ, связанных с использованием сведений, составляющих государственную тайну
- лицензия Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору

Профессиональный подход к делу вместе с высоким уровнем ответственности позволяют нам получать стабильный результат в решении любых задач!

111123, г. Москва, ул. Плеханова, д. 4а

Тел./факс: 8 (495) 545-42-56 / info@intelelectron.ru / www.intelelectron.ru



Новости мира News of the World Новости мира

Международный военно-технический форум «АРМИЯ-2017»

В соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации от 14 декабря 2016 г. №2668-р, в период с 22 по 27 августа 2017 года пройдёт Международный военно-технический форум «АРМИЯ-2017».

Организатором форума выступает Министерство обороны Российской Федерации.

В этом масштабном мероприятии примут участие крупные отечественные и зарубежные предприятия оборонно-промышленного комплекса, ведущие конструкторские бюро и научно-исследовательские институты. В прошлом году на полях форума работали представители более 80 стран мира, 35 из которых представляли официальные делегации. Общее количество гостей в составе военных делегаций превысило 260 человек.

Впервые в рамках форума Министерство обороны России в абсолютно новом формате провело церемонию подписания 17 государственных контрактов на общую сумму свыше 130 млрд рублей.

Основные мероприятия форума пройдут в Конгрессно-выставочном центре «Патриот» (Московская область) и представят собой уникальный формат, совмещающий статический показ спецтехники в «Патриот Экспо», динамический показ возможностей военной техники на земле и в воде на полигоне «Алабино», а также демонстрацию авиационной техники на аэродроме «Кубинка».



Общая площадь экспозиции в павильонах и на открытых площадках превысит 200 000 м². На Форуме будет показ ходовых возможностей более 200 образцов вооружения и военной техники, представлено более 1000 российских и иностранных предприятий и организаций.

Научно-деловая программа пройдёт в формате пленарных заседаний, конференций, круглых столов и брифингов, что позво-

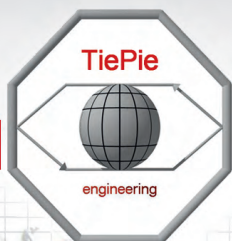
лит обсудить актуальные вопросы обороны и безопасности, дальнейшие направления совершенствования способов производства продукции военного назначения.

Посетители форума смогут ознакомиться с последними достижениями в области высоких технологий и перспективными разработками, которые реализуются в военной сфере, а также с образцами военной техники из наличия Минобороны России.

В рамках форума «АРМИЯ 2017» с целью реализации государственных задач по диверсификации оборонных производств, которые направлены на организацию выпуска современной высокотехнологичной гражданской продукции, с 22 по 27 августа 2017 года пройдёт Международная выставка высокопроизводительного оборудования и технологий для перевооружения предприятий ОПК «IntellTechExpo: Интеллектуальные промышленные технологии 2017».

Экспозиции форума разместятся в залах и на открытых площадках конгрессно-выставочного центра «Патриот».

<http://www.rusarmyexpo.ru>



Новые стандарты измерений сигналов

Портативные приборы TiePie engineering с USB-интерфейсом



HANDYSCOPE HS6 DIFF

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

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



HANDYPROBE HP3

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

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

ProSOFT®

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU



Реклама

**УМЕНЬШЕНИЕ ОБЪЁМА,
СОКРАЩЕНИЕ ЗАТРАТ
И ПОВЫШЕНИЕ
ЭФФЕКТИВНОСТИ**

**С ПРИМЕНЕНИЕМ
НОВЕЙШИХ
ТЕХНОЛОГИЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ
ЭЛЕКТРОНИКИ**

CSH



Компактные источники питания с отводом тепла через основание корпуса

- Выходная мощность 400 и 600 Вт
- Выходное напряжение 12, 24, 28 и 48 В
- КПД до 90%
- Диапазон входного напряжения 90–264 В (частота 47–400 Гц)
- Сигнализация о перегреве, о падении входного напряжения
- Диапазон рабочих температур от –40 до +70°C
- Стойкость к воздействию ударов и вибраций (стандарт MIL-STD-810F)
- Устойчивость к воздействию кондуктивных помех (стандарт MIL-STD461 CS114)
- Габаритные размеры (Ш×В×Г): 102×43×214 мм

ECF



Универсальные компактные источники питания

- Выходная мощность 40 Вт
- Выходное напряжение 12, 15, 18, 24, 36 и 48 В
- КПД до 93%
- Диапазон входного напряжения 85–264 В (частота 47–63 Гц)
- Низкий профиль 28 мм
- Защита от поражения электрическим током класс I и II
- Соответствие требованиям к безопасности стандартов UL/EN60950-1 и 3-й редакции стандартов безопасности для медицинского оборудования EN60601-1, ES60601-1 и CSA22.22 No. 60601-1
- Диапазон рабочих температур от –40 до +70°C

ECE80



Герметизированные источники питания

- Выходная мощность 80 Вт
- Ультракompактный герметичный корпус (Д×Ш×В): 91,4×45,72×28 мм
- Исполнения для монтажа на шасси и DIN-рейку
- Диапазон рабочих температур от –40 до +70°C
- Потребляемая мощность в режиме холостого хода < 0,3 Вт

CHD250



Для промышленного и медицинского применения

- Выходная мощность 250 Вт при конвекционном охлаждении
- Стандартная площадь основания 3"×5"
- Диапазон входного напряжения от 85 до 300 В переменного тока
- Потребляемая мощность в режиме холостого хода < 0,5 Вт
- Сертифицированы для промышленного и медицинского оборудования
- Сигналы статуса и управления



Тенденции развития рынка аддитивных технологий в России: настольные 3D-принтеры

Ирина Арапова, Полина Кучерова (г. Зеленоград)

В последние годы наблюдается значительное увеличение количества российских компаний и организаций в различных отраслях, внедривших аддитивные технологии в свой производственный цикл. Большое развитие получили персональные 3D-принтеры ввиду соотношения доступной цены и выдаваемого качества прототипов. В настоящее время 3D-принтеры применяются в различных областях – от медицины до образования. Это могут быть как макеты и прототипы, так и готовые изделия.

Аддитивные технологии в России – есть!

В последние годы наблюдается значительное увеличение количества компаний и организаций в различных отраслях, внедривших аддитивные технологии в свой производственный цикл. И если несколько лет назад это было применимо лишь к странам Европы и Америки, то сейчас это можно сказать и о российских компаниях.

Прочные позиции лидера среди ключевых игроков рынка аддитивных технологий завоевала российская компания PICASO 3D. Разработка и производство устройств компании осуществляется в Зеленограде (см. рис. 1).

Технологии аддитивного производства – это быстрое прототипирование или технология трёхмерной (3D) печати. Применение этих технологий позволяет получать готовые объекты из цифровой 3D-модели посредством послойного нанесения материала. Создание цифровой модели является первым шагом в процессе

аддитивного производства. Наиболее распространённым методом создания 3D-модели является автоматизированное проектирование (CAD). Существует большое количество бесплатных и профессиональных CAD-программ, совместимых с последующим быстрым прототипированием. Также можно использовать реверс-инжиниринг – создание цифровой модели с помощью 3D-сканирования.

Преимущества применения аддитивных технологий

Новые подходы к производству открывают ранее недоступные возможности. Раньше от первоначального CAD-проекта до его физической реализации проходило достаточно много времени: для изготовления любого тестового прототипа требовался запуск цикла производства длительностью от одного до нескольких месяцев. Сейчас на это уходит от нескольких часов до одного-двух дней – и прототип уже можно отправлять на тесты.

При этом необходимо понимать, что трёхмерная печать вряд ли заменит все традиционные методы производства, но при грамотном использовании даст возможности оптимального соотношения ресурсных затрат.

Свою популярность аддитивные технологии получили за счёт ряда преимуществ:

- сокращения сроков и стоимости производства функционального прототипа;
- способности одного 3D-принтера создавать различные изделия (как по форме, так и по назначению);
- снижения расходов на материалы (в отличие от штамповки или литья 3D-принтер использует лишь необходимое количество печатного материала);
- способности 3D-принтера обеспечить создание структуры внутри изделия, а также полых деталей (в отличие от фрезерования).

Настольный 3D-принтер – игрушка или инструмент профессионалов?

Наряду с большими промышленными гигантами отрасли в России активно набирают популярность так называемые персональные (настольные) 3D-принтеры, работающие по технологии послойного наплавления материала, термопластика (FFF/FDM). При сравнении с промышленными машинами, основанными на технологиях лазерного спекания порошков (SLS), стереолитографии (SLA) персональные FDM-принтеры имеют преимущество – сравнительно высокое качество готовых изделий при низкой стоимо-



Рис. 1. Сборка принтеров компании PICASO 3D на заводе «АЛТ Мастер» в Зеленограде



Рис. 2. 3D-модель мотоцикла BMW S1000RR, отпечатанная на принтере Designer PRO 250 с использованием технологии JetSwitch

сти как самого устройства, так и расходных материалов и возможность печати как прототипов, так и изделий, готовых для конечного использования.

Взрывной рост предложения на рынке 3D-принтеров привёл к существенному снижению стоимости: от средней стоимости \$50 000 персонального 3D-принтера в середине 1990-х гг. до \$2500–3000 в 2016 г. Безусловно, стоимость принтеров варьируется в зависимости от конструкции, производителя, функциональных возможностей.

Как известно, для построения 90% прототипов различной сложности требуется использование поддерживающих структур. Использование одного материала и для изделия, и для поддержки вызывает определённые сложности в процессе очистки детали. Поддерживающие структуры сильно спаиваются с основным изделием, а сама структура поддержки достаточно прочная и для её очистки необходимо использовать либо нож, либо кусачки. Конечная чистота поверхности, которая лежала на поддерживающей структуре остаётся плохого качества, и её геометрия теряется.

Решение данных проблем – это использование дополнительного сопла – в персональных машинах в большинстве случаев на экструдер поместили второй мотор и второе сопло. Данное решение увеличило вес печатающей головки и существенно уменьшило область печати. Ещё одна проблема связана с тем, что из неактивного сопла постоянно подтекает пластик, нити которого ложатся на деталь и портят её внешний вид. Для решения данной проблемы обычно используется метод охлаждения сопла и очистки его при помощи выстраивания рядом с деталью столба материала. В результате на охлаждение сопла затрачивается много времени – от 10 до 20 с на слой.

Аддитивные технологии не стоят на месте, и в 2015 году российские инженеры из Зеленограда совершили технологический прорыв, который позволил использовать персональные FFF/FDM-принтеры для создания моделей сложной геометрической формы. Данная технология была запатентована и получила название JetSwitch. Она подразумевает систему быстрой смены рабочих сопел с полным запирающим неактивного сопла. Благода-

ря данной системе неактивное сопло убирается выше относительно активного и полностью закрывается специальным клапаном. Таким образом, нет необходимости тратить время на остывание второго сопла и построение башни для дальнейшей его очистки. Скорость переключения между соплами составляет всего 250 мс. В результате получается двухматериальная печать с качеством и скоростью односопельного принтера.

Данная технология была внедрена на 3D-принтере Designer PRO 250. Это был первый шаг на пути к индустриализации персональных машин и снятию ограничений по печати. На рисунке 2 показана 3D-модель мотоцикла BMW S1000RR, отпечатанная на принтере Designer PRO 250.

ОТРАСЛИ ПРИМЕНЕНИЯ

Развитие персональных устройств для 3D-печати открыло перспективные возможности для развития новых проектов, производства и разработок. Сегодня 3D-принтеры всё более востребованы в различных сферах применения.

По данным Wohlers ASSOCIATES, 33,8% компаний используют 3D-печать для изготовления функциональных деталей; 16% делают детали для последующей сборки; 10,7% применяют технологию в исследованиях и образовательном процессе; 8,3% изготавливают модели для литья металлов; 7,4% создают модели для литья технологической оснастки и саму оснастку; 7,3% изготавливают наглядные пособия; 7,1% – модели для презентаций; 2% – модели для других целей.

В нашей стране большинство настольных 3D-принтеров используется для прототипирования и изготовления мелкосерийных деталей в приборостроении (различные заводы и конструкторские бюро), робототехнике, оборонной промышленности. Также они применяются при разработке дизайна промышленных устройств, для макетирования, предоперационного планирования и др.

Основные отрасли применения настольных 3D-принтеров в России:

- авиастроение;
- архитектура;
- машиностроение;
- медицина;
- оборонно-промышленный комплекс;
- образование;
- приборостроение;
- промышленный дизайн;

- робототехника;
- товары народного потребления, хобби.

КТО УЖЕ ИСПОЛЬЗУЕТ 3D-ПЕЧАТЬ?

АО «Новосибирский механический завод «Искра» – крупнейшее в России предприятие, занимающееся производством промышленных средств взрывания для горнорудной и угольной промышленности. Специалисты подразделения «Группа технологической оснастки» используют российский 3D-принтер, например, при разработке соединителей во взрывной цепи. Получить прототип изделия для проверки собираемости можно за несколько часов (при классическом способе производства в компании этот же процесс занимает несколько недель).

Прототипированием корпусов электронных изделий с помощью 3D-печати занимается компания «ЛЕД Микросенсор НТ» из Санкт-Петербурга. Как говорят специалисты компании, большинство корпусов может быть изготовлено и с помощью токарных и фрезерных работ, но стоимость таких работ по сравнению с 3D-печатью существенно выше (от 10 до 100 раз), а сроки изготовления доходят до нескольких месяцев, что часто неприемлемо. Использование настольного 3D-принтера в компании позволяет относительно быстро и недорого изготавливать прототипы корпусов изделий прямо на рабочем месте инженера (см. рис. 3).

Находит применение FDM-технология и при изготовлении роботов. В учебно-научном молодёжном центре «Гидронавтика» при МГТУ им. Н.Э. Баумана 3D-печать используется для изготовления прототипов гребных винтов и пропульсивных корпусов, создания мастер-моделей прочных корпусов, слабагруженных механических передач. В конструкции робота применены Rim-driven движители. Однако применение такого движителя сопряжено с массой трудностей, главной из которых является сложность изготовления винта. Например, винт можно изготовить с помощью фрезерования или литья, но это технически сложно и занимает около 10 дней. Также для этого необходимо изготовить мастер-модель, а общая стоимость детали составит около 30 000 рублей. Студенты центра спроектировали 3D-модель винта и напечатали её на 3D-принтере (см. рис. 4). Модель была протестирована на установке в тот же день, себесто-



Рис. 3. Мелкосерийное изготовление деталей сложной формы компанией «ЛЕД Микросенсор НТ» на принтере Designer PRO 250

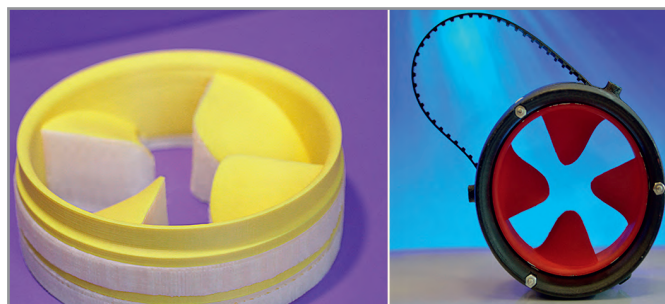


Рис. 4. Спроектированные модели гребного винта, напечатанные на 3D-принтере



Рис. 5. Макет БПЛА



Рис. 6. Тестовая модель руки для робота компании «Нейроботикс», напечатанная на принтере PICASO 3D Designer

имость одного винта получилась приблизительно 500 рублей.

В авиационной промышленности возможно использование 3D-печати для проектирования и создания беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) (см. рис. 5). Технический директор компании «Аэроб» Саид Насрулаев рассказывает, что 3D-принтер при проектировании БПЛА используется для печати демообразцов и различных прототипов деталей, узлов и агрегатов, для которых прочностные и другие характеристики используемых пластиков являются удовлетворительными. Для прототипирования был выбран 3D-принтер, поскольку он позволяет быстро и дешево воплотить в жизнь любые конструкторские идеи. Альтернативные технологии, например 3D-фрезеровка и литье для вышеуказанных задач, более дорогостоящие, а изготавливаемые детали по сравнению с 3D-печатью имеют существенные геометрические ограничения. При использовании растворимых материалов поддержки, модель

ограничена только фантазией конструктора.

Список подобных проектов можно продолжать практически бесконечно. 3D-печать значительно сокращает временные и финансовые затраты на прототипирование изделий, даёт возможность создания малых партий изделий и штучных экземпляров, позволяет получить физическое воплощение полёту конструкторской мысли.

3D-ОБРАЗОВАНИЕ — УЖЕ РЕАЛЬНОСТЬ

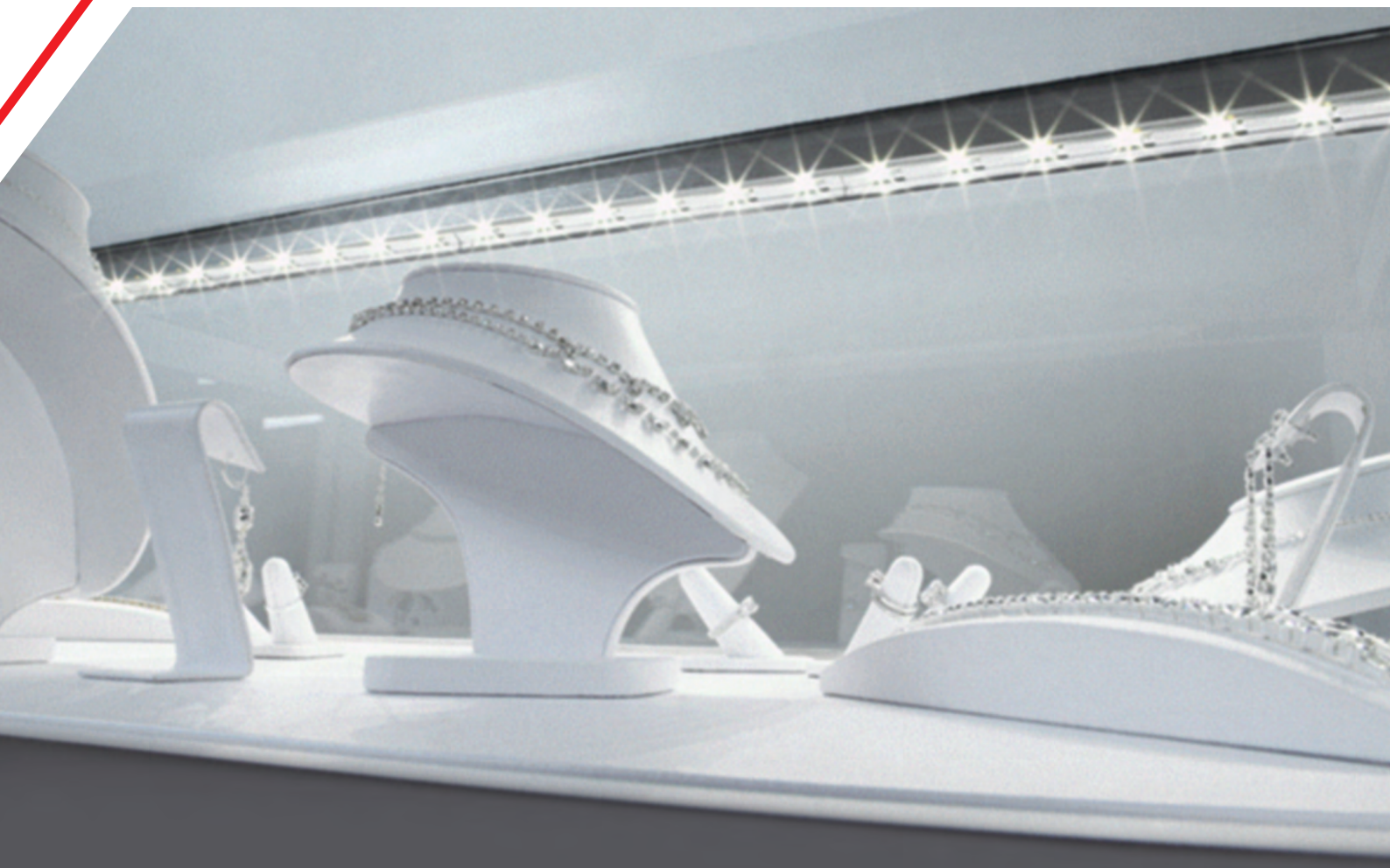
Основная цель применения технологии 3D-печати в образовательном процессе — создание новых возможностей в достижении результатов образования на новом технологическом уровне. В школы массово приходят современные технологии — под руководством талантливых педагогов ребята знакомятся с перспективными профессиями будущего, постигают азы 3D-моделирования и аддитивных технологий, учатся управлять станками с ЧПУ, создают и програм-

мируют роботов. На рисунке 6 показана тестовая модель руки для робота компании «Нейроботикс», напечатанная на принтере PICASO 3D Designer.

Часто после углублённого изучения какого-то направления, школьники вместе с педагогом-наставником участвуют в JuniorSkills по ряду компетенций: мехатроника, инженерная графика, прототипирование, токарные и фрезерные работы на станках с ЧПУ или электроника и мобильная робототехника.

3D-образование в России набирает обороты, инженер 3D-печати в скором времени станет одним из самых востребованных специалистов на рынке труда. Проектная деятельность начинается со школьной скамьи, открываются и развиваются различные образовательные центры, летние школы и технические лагеря, программы дополнительного и непрерывного образования. Всё это позволяет подготовить почву для успешного следования Национальной Технологической Инициативе 2035.





Светодиодные кластеры серии XLD-Line 12/24V предназначены для подсветки витрин, карнизов, декоративного и дизайнерского освещения.

Широкий ассортимент, возможность деления, простота наращивания и подключения делают кластеры удобными для реализации проектов любого уровня сложности.

Преимущества

- Питание от источника постоянного напряжения 12 или 24 В
- Простота подключения благодаря специальным разъемам
- Деление на отрезки
- Коммутация кластеров в линию произвольной длины
- Высокий световой поток
- Широкий диапазон рабочих температур $-40...+70^{\circ}\text{C}$
- Безопасное низковольтное оборудование
- Срок службы не менее 50 000 часов



Новое поколение российских систем для тестирования аэрокосмической техники

Сергей Зайченко (Москва)

В 2016 году разработчики автоматизированного комплекса ТЕСТ-9110 отмечали его 10-летний юбилей. За это время был пройден огромный путь по модернизации и совершенствованию тестового комплекса. Данная статья посвящена новому поколению систем для тестирования аэрокосмической техники.

ТЕСТЕР ПРОВОДНОГО МОНТАЖА ТЕСТ-9110

В 2006 году специалистами холдинга Информтест был разработан первый автоматизированный комплекс для тестирования жгутов серии ТЕСТ-9110 «Полёт».

Сегодня «Полёт» серийно изготавливается компанией ООО «VXI-Системы». В прошлом году отмечали 10-летний юбилей комплекса ТЕСТ-9110. На сегодняшний день в эксплуатации находится более 230 комплектов систем серии ТЕСТ-9110 различных модификаций от небольших переносных на 100–200 каналов, мобильных и стационарных систем от 1000 каналов до комплексов на 23 000 каналов.

Система ТЕСТ-9110 применяется как на этапе контроля качества в цехах по производству жгутов, так и в цехах окончательной сборки сложных изделий, где при помощи «Полёта» автоматизированную проверку проходит

вся бортовая кабельная сеть. Одним из наиболее ярких примеров успешной эксплуатации системы для проверки всей бортовой кабельной сети объекта является уникальный опыт внедрения системы ТЕСТ-9110 в процесс изготовления самолета SSJ-100 в г. Комсомольск-на-Амуре (см. рис. 1 и 2).

Система контроля электромонтажа ТЕСТ-9110 является примером успешной российской разработки сложной электронной техники, успешно конкурирующей с западными аналогами и заменяющей их по всем параметрам. Примечателен тот факт, что ТЕСТ-9110 является единственным в РФ тестером проводного монтажа, на который предоставляется 10-летнее гарантийное обслуживание.

Состав системы

Основными компонентами системы контроля электромонтажа серии

ТЕСТ-9110 являются различные модули (см. рис. 3), собранные и объединённые в одну систему. По сути, архитектура построения больших систем ничем не отличается от портативных, за исключением типов крейтов и количества коммутаторов. Проще говоря, в состав установки ТЕСТ-9110 на 200 каналов входят всё те же модули, что и в состав ТЕСТ-9110 на 2000 каналов, разнится лишь число коммутаторов. В то же время многие иностранные мобильные и стационарные тестеры представляют собой просто разные системы, например, Horizon HV или MPT от Cable Test.

Фактически комплекс серии ТЕСТ-9110 представляет собой электронный «конструктор», все компоненты которого разработаны и производятся в открытых международных стандартах VXI, LXI и AXIe. Потребителю требуется лишь собирать нужную ему систему с необходимым количеством каналов.

В таблице представлен аппаратный состав автоматизированной измерительной системы серии ТЕСТ-9110.

Измерительные модули для расширения функциональных возможностей системы могут добавляться по желанию заказчика. В настоящий момент предлагается более 140 типов модуль-



Рис. 1. Комплекс ТЕСТ-9110 в процессе тестирования систем самолёта SSJ-100 в г. Комсомольск-на-Амуре



Рис. 2. Вариант распределённой системы ТЕСТ-9110 для проверки самолёта в цехе окончательной сборки



Рис. 3. VXI-модули из состава TEST-9110-VXI

ных измерительных приборов, включая более 60 в мезонинном исполнении, которые могут быть включены в состав системы, исходя из требований и задач по тестированию. При необходимости сопутствующие покупные устройства, например, пробойные установки или LCR-измерители, подключаются к TEST-9110 через блок ПУ-ИС.

Таким образом, комбинируя нужные компоненты, потребитель сам собирает нужную измерительную систему.

Аппаратный состав автоматизированной измерительной системы серии TEST-9110

Назначение модуля/стандарт	Реализация в VXI	Реализация в LXI	Реализация в AXIe
Измеритель-формирователь высокого напряжения	ИС4-М (1050 VDC / 750 VAC, 2 А, 6,5 знаков) УПЭМ ¹	УПЭМ ¹ (4000 VDC / 3000 VAC, 2 А, 6,5 знаков). Мультиметр, мегомметр, пробойная установка и LCR-метр	УПЭМ ¹
Высоковольтный релейный коммутатор	ВВК5 (200 каналов, 1050 VDC / 750 VAC). ВВК6 (100 каналов, 2120 VDC / 1500 VAC). ВВК7 (200 каналов, 2120 VDC / 1500 VAC)	РК36 (36 каналов, 3500 VDC / 2500 VAC, 1 А). РК27 (27 каналов, 2500 VDC / 1500 VAC, 10 А)	ВВК-AXIe (300 каналов, 2120 VDC / 1500 VAC). ВВК-AXIe является рекордсменом по плотности каналов среди аналогов на российском рынке
Крейты	3, 4, 6, 13 слотов	БРК-308 ²	4, 6, 9, 14 слотов
Контроллер	VXI-VXB, USB 2.0, LAN 100/1000	Встроен в крейт 100 Мбит LAN	1 Гбит LAN, 100 Мбит LAN («low cost» версия для приложений, не предъявляющих высокие требования к синхронизации проводимых измерений)

Примечания:

¹УПЭМ является уникальным устройством, не имеющим аналогов на российском рынке, одновременно решающим задачи мультиметра, мегомметра, пробойной установки и LCR-метра.

²БРК-308 уже содержит в себе процессорный модуль управления собственной разработки холдинга «Информтест» и стандартный Ethernet-интерфейс для связи с компьютером.

Стоит особо отметить, что одновременно с модернизацией и развитием систем серии TEST-9110, развивались и появлялись новые варианты ком-

мутационных панелей, роль которых при интенсивной эксплуатации системы невозможно переоценить. Сегодня доступны как стандартные комму-



Холдинг "ИНФОРМТЕСТ"

Российские модульные приборы и системы для автоматизации контроля и испытаний

Тестирование бортовой кабельной сети и электромонтажа

Оборудование для контроля параметров ВЧ и СВЧ устройств

НАСК и системы для контроля БРЭО различного исполнения

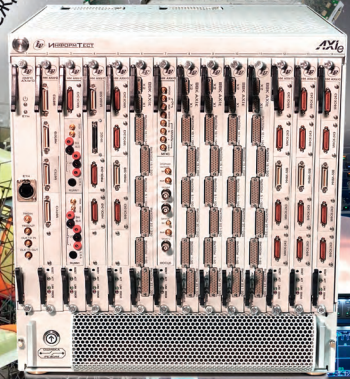
Функциональное и параметрическое тестирование

Системы управления стендовых испытаний

Телеметрические системы

Стандарты AXIe, LXI и VXI





ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ

Сделано в России

WWW.INFORMTEST.RU

Реклама

124482, Москва, Зеленоград, Савелкинский пр-д, д.4, 6 этаж

+7 (495) 983-10-73 +7 (499) 645-56-67



Рис. 4. Пример системы TEST-9110-LXI на 144 канала 3500 DC / 2500 AC

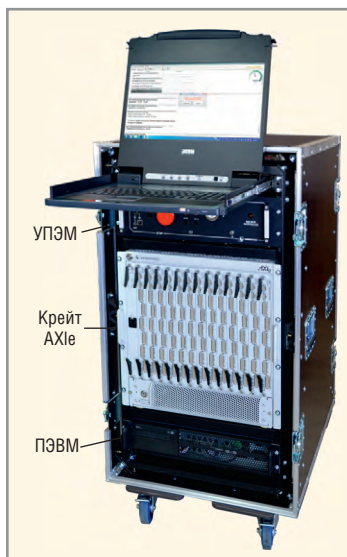


Рис. 5. Пример системы TEST-9110-AXIe на 3900 каналов 2120 DC / 1500 AC



Рис. 6. Пример двух систем TEST-9110-VXI на 4400 каналов 1050 DC / 750 AC

тационные панели для быстросъёмного подключения переходных кабелей, так и новые решения на базе переходных адаптеров или специализированных рабочих мест с интерактивной («умной») оснасткой. Особой популярностью пользуются решения для автоматизации тестирования «под ключ».

Наличие у холдинга собственного монтажного участка и отработанной технологии проектирования и изготовления переходной оснастки позволяет выдерживать жёсткую конкуренцию и предлагать законченное решение.

Очевидно, что открытые международные стандарты, на базе которых и разработаны все модульные компоненты, входящие в TEST-9110 «Полёт», предоставляют огромные возможности по подбору оптимальной конфигурации системы, подходящей под любые цели и задачи. Все составляющие легко комплексируются между собой в рамках собираемой системы.

Далее приводятся примеры построения автоматизированных рабочих мест серии TEST-9110 в исполнениях LXI, AXIe и VXI:

- Пример системы TEST-9110-LXI на 144 канала 3500 DC / 2500 AC (см. рис. 4). В состав рабочего места входят блоки УПЭМ и БРК-308. Все блоки соединяются между собой и ноутбуком с установленным ПО АФК-9110 стандартным Ethernet-кабелем.
- Пример системы TEST-9110-AXIe на 3900 каналов 2120 DC / 1500 AC (см. рис. 5). Мобильное рабочее место объединяет блок УПЭМ и 14-мо-

дульный AXIe-крейт. Управление через консоль и ПЭВМ с установленным ПО АФК-9110.

- Пример двух систем TEST-9110-VXI на 4400 каналов 1050 DC / 750 AC (см. рис. 6). Мобильные рабочие места могут функционировать как автономные системы по 2200 каналов каждое или как одна система на 4400 каналов. Объединение систем происходит по стандартному интерфейсу Ethernet. Управление через консоль и ПЭВМ с установленным ПО АФК-9110.

Все эти решения работают под управлением единого ПО АФК-9110.

Эволюция тестера проводного монтажа TEST-9110

Для электронной продукции 10 лет выпуска – это длительный срок и без модернизации электроника не может соответствовать требованиям современного рынка. За это время аппаратура TEST-9110 и ПО версии VXI изменились полностью, появились варианты исполнения в стандартах LXI, AXIe и смешанные варианты. Рассмотрим основные аппаратные и программные изменения, которые произошли с TEST-9110.

Измерители

Измерители электрического сопротивления и формирователи высокого напряжения являются основным элементом любой системы контроля электромонтажа. Они позволяют измерять сопротивление каждого провода, сопротивление изоляции, прове-

рять прочность изоляции, выполнять дополнительные измерения (ёмкость, индуктивность, напряжение).

В самых первых моделях TEST-9110-VXI (2006–2007 гг. выпуска) использовался измеритель-мегомметр-формирователь ИС2-VXI. Его основными функциями было: измерение сопротивления, сопротивления изоляции и формирование напряжения постоянного тока до 625 В. Главным недостатком была невозможность работы с напряжением переменного тока, которое весьма востребовано на рынке, и невозможность формирования большого тока.

Следующим, используемым в TEST-9110 модулем, стал измеритель-формирователь ИС3-VXI, который выпускался с 2007 по 2011 год. Прибор ИС3 позволял формировать напряжение постоянного тока до 1000 В и напряжение переменного тока до 650 В. Однако, по аналогии с ИС2, ИС3 также не мог обеспечивать большой ток.

В 2011 г. ИС3 был переработан, и выпущена модель ИС4, которая обладала всеми достоинствами ИС3, а также уже позволяла генерировать ток в 1 А.

В 2015 году была проведена последняя на сегодняшний день модернизация модуля измеритель-формирователь до ИС4-М. ИС4-М, кроме полного комплекса измерений, может формировать напряжение постоянного тока до 1050 В, напряжение переменного тока до 750 В и ток до 2 А.

Эта модернизация сделала параметры ИС4-М полностью идентичными параметрам измерителей импортных тестеров серии SYNOR 5000 (изгото-



Рис. 7. LXI измеритель-формирователь УПЭМ

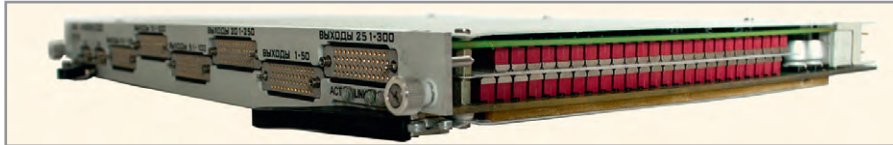


Рис. 8. Коммутатор ВВК-AXIe-0 на 300 каналов

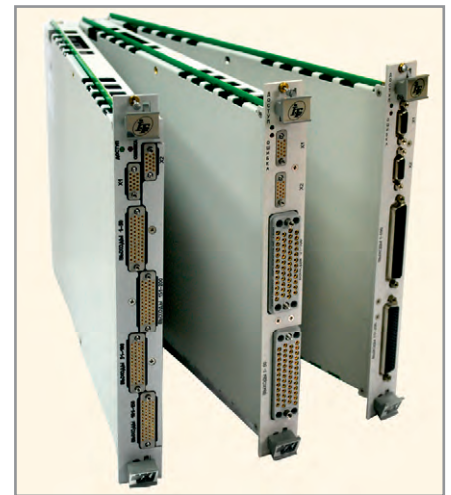


Рис. 9. Эволюция коммутаторов в стандарте VXI для ТЕСТ-9110-VXI

витель Sefelec, Франция), Weetech W434 и W454 (изготовитель Weetech, Германия), МК-Test (изготовитель МК Test, Англия), MPT-1500 (изготовитель CableTest, Канада).

Дополнительно к спектру своих возможностей ИС4-М позволяет измерять постоянное и переменное напряжение, чего не делают импортные тестеры.

В том случае, если для измерения сопротивления требуется более высокое напряжение (до 4000 В), предлагается воспользоваться специализированной пробойной установкой типа GPT-9703, которая аппаратно интегрируется в ТЕСТ-9110 через блок ПУ-ИС.

В 2016 году коллективом разработчиков холдинга «Информтест» было внедрено новое решение в области тестирования проводного монтажа – измеритель-формирователь УПЭМ (см. рис. 7). УПЭМ не устанавливается в кейт и выполнен в виде отдельного прибора в стандарте LXI, что увеличивает количество свободных слотов в кейте, делает систему компактнее.

УПЭМ выполняет прецизионные измерения сопротивления (0,001 Ом с погрешностью 1%), напряжения на уровне мультиметра точно до 6,5 знаков, ёмкости, индуктивности (функция LCR-измерителя) и формирует высокие напряжения (4000 VDC / 3000 VAC). Фактически УПЭМ объединяет в себе функции: мультиметра, мегомметра, пробойной установки и LCR-метра.

Измеритель УПЭМ интегрируется во все версии ТЕСТ-9110 – в VXI-версии вместо ИС4-М, в LXI и AXIe-версиях в качестве основного измерителя. Однако в тех исполнениях, где достаточно формирования напряжения до 1050 В

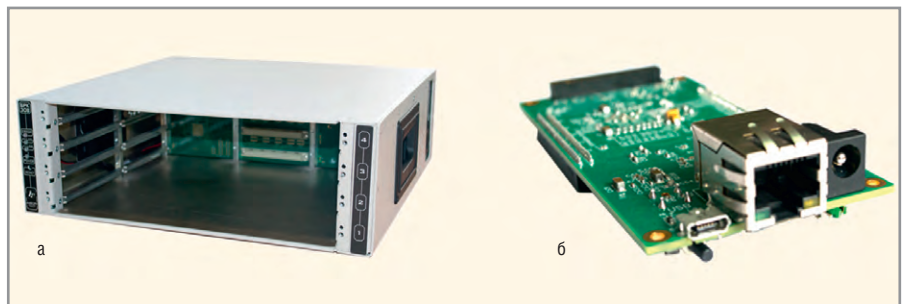


Рис. 10. LXI-блок релейных коммутаторов БРК-308 (а) и универсальный процессорный модуль УПМ STM32F429 (б)

и не требуются измерения индуктивности, практичнее и экономичнее использовать ИС4-М.

Коммутаторы

Следующей важной составной частью тестера проводного монтажа ТЕСТ-9110 являются высоковольтные коммутаторы, которые во многом определяют потребительские свойства и цену системы.

Главными элементами коммутатора являются используемые реле. Потребителю важно понимать, основой коммутатора высокого уровня и надёжности являются такие коммутационные элементы, которые позволяют выдерживать максимальное количество переключений – от 100 миллионов и выше. Это особенно важно при применении тестера проводного монтажа в условиях непрерывного заводского производства кабелей.

В комплексе ТЕСТ-9110 используются реле двух фирм: MEDER (Германия) и КОТО (Япония, США). Количество гарантированных срабатываний от 500 млн.

За десять лет выпуска системы ТЕСТ-9110 в используемых коммутаторах усовершенствовано всё: реле, разъёмы, количество каналов, пробойное напряжение между каналами коммутаторов.

Первым коммутатором для версии ТЕСТ-9110-VXI был ВВК2 (2006–2007 гг. – 96 каналов). Начиная с 2007 года стал продаваться ВВК3 (2007–2009 гг. – 154 канала), потом ВВК4 (2009–2011 гг. – 200 каналов), далее ВВК5 (2011 г. – по настоящее время – 200 каналов 1050 VDC / 750 VAC). В 2015 году появился ВВК6 (100 каналов, 2120 VDC / 1500 VAC). В 2016 году был выпущен ВВК7 (200 каналов, 2120 VDC / 1500 VAC).

Для системы ТЕСТ-9110 прошедший 2016 год стал поистине революционным – были разработаны и вышли на рынок две новые версии ТЕСТ-9110 в стандартах AXIe-0 и LXI.

В стандарте AXIe-0 был выпущен коммутатор ВВК-AXIe (300 каналов, 2120 VDC / 1500 VAC). Модуль ВВК-AXIe (см. рис. 8) является первым в линейке коммутаторов в стандарте AXIe-0. Прибор имеет специальный

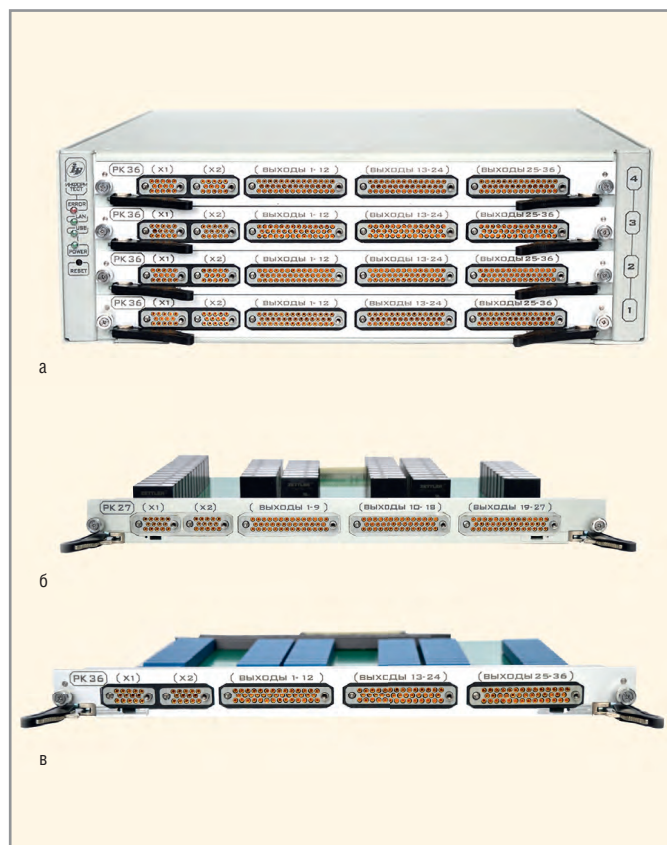


Рис. 11. Блок БРК-308 (а) с установленными коммутаторами РК-36 и коммутаторы РК-27 (б) и РК-36 (в)



Рис. 12. Переносной вариант распределённой мобильной системы ТЕСТ-9110

процессор для управления и встроенный порт Ethernet. По своим параметрам он соответствует коммутатору ВВК7, который является новейшим для линейки VXI. При проектировании коммутаторов ВВК-AXIe-0 и ВВК7 была применена специальная технология разводки печатной платы, которая позволила при высокой плотности каналов на модуль (300 для ВВК-AXIe-0 и 200 для ВВК7) обеспечить беспрецедентные параметры напряжения, которые выдерживают каналы коммутатора – 2120 В постоянного тока и 1500 В переменного тока. Ближайшие аналоги от Sefelec и МК-Test обеспечивают только 64 канала на модуль со схожими параметрами при примерно таких же размерах модуля.

На рисунке 9 представлены коммутаторы в стандарте VXI для ТЕСТ-9110-VXI.

В январе 2017 года запущен в производство новый коммутатор в стандарте AXIe-0 РК-100x4-AXIe-0. Он рассчитан на широкое применение не только для тестеров проводного монтажа, но и для функционального контроля. Его основная функция – выдача команд управления и работа в качестве измерительного коммутатора. Прибор имеет конфигурацию 100x4, в нём использу-

ются специализированные реле, которые выдерживают ток до 5 А на канал. Коммутатор полностью совместим со стандартной программной оболочкой АФК 9110.

В стандарте LXI появилось семейство коммутаторов на основе LXI-крейта – БРК-308. Основная цель их создания – расширение спектра решаемых задач функционального контроля, связанных с управлением токовыми командами. Это проверка всевозможных релейных блоков и распределительных устройств. Коммутаторы для их контроля должны переключаться под высокими напряжениями и коммутировать большие (до 10 А и выше) токи. Разработанные ранее модули не позволяли решить эту задачу в полном объёме.

Иногда, особенно для железнодорожных и судостроительных отраслей, требуется измерение сопротивления изоляции на супервысоких напряжениях (до 4000 В и выше). Таких каналов измерения, как правило, немного, и чаще всего применяющаяся система контроля имеет только такие каналы. Если разрабатывать коммутаторы на 3500 VDC / 3000 VAC в стандарте VXI или AXIe-0, то, при условии соблюдения стандарта, каналов на модуле будет

мало, модуль станет двойной ширины, а управление модулем надо как-то отделять от высоковольтной части.

Зарубежные производители – МК-Test, Sefelec и Weetech – уже имеют специализированные версии коммутаторов, работающие на таких напряжениях, но в таких модулях всего по 8–16 каналов.

Российскими специалистами был разработан специализированный интеллектуальный крейт БРК-308, который имеет в своём составе процессорный модуль управления и стандартный Ethernet-интерфейс для связи с компьютером. В БРК-308 (см. рис. 10) на релейных платах размещаются только реле, без управления. Результатом такого решения стало получение до 36 каналов на модуль (коммутатор РК-36) и возможность использования релейных плат, коммутирующих токи до 10 А. Именно такой подход к построению позволил отделить супервысоковольтную часть (выше 3000 В) в отдельный крейт, а стандартные каналы (до 2500 VDC / 1700 VAC) оставить в VXI или AXIe-0 крейте. Помехозащищённость такой архитектуры изделия стала на порядок выше, чем использованное ранее размещение всех каналов в одном стандартном крейте.

На рисунке 11 представлены блок БРК-308 с установленными коммутаторами РК-36 и коммутаторы РК-27 и РК-36.

Если в системе присутствуют не только коммутаторы, но и модульные измерительные приборы, высоковольтная часть при такой архитектуре на них не влияет.

В 2016 году потребители заказали уже более 15 крейтов БРК-308 с различными коммутаторами, которые в некоторых системах выполняют функции основного коммутатора, в других – дополняют коммутаторы в VXI и AXIe-0 версиях.

АРХИТЕКТУРА ТЕСТ-9110 И СИСТЕМНАЯ ЧАСТЬ

Высоковольтный тестер проводного монтажа серии ТЕСТ-9110 во всех своих исполнениях построен на основе модулей, выполненных в открытых международных стандартах VXI, LXI, AXIe-0.

Основное преимущество открытых стандартов в том, что все модульные компоненты ТЕСТ-9110 (измерители, коммутаторы, контроллеры, функциональные модули) имеют собственные драйверы, разработанные по технологии Plug&Play с открытым исходным текстом. Предусмотрен полный набор документации: руководство по эксплуатации, технические условия и др.

Все модули можно приобретать отдельно от ТЕСТ-9110, заказчик может самостоятельно собрать свой кабельный тестер.

Структурная схема ТЕСТ-9110 показана в таблице.

ТЕСТ-9110 может как составная часть добавляться в сложные системы функционального контроля электронной аппаратуры. Также в состав ТЕСТ-9110 могут добавляться при необходимости любые модульные приборы, доступные в данном стандарте.

Из таблицы видно, что в зависимости от стандарта в версиях ТЕСТ-9110 меняется общесистемная часть (крейты), иногда измерители. Если модуль ИС4-М доступен только в VXI-версии, то УПЭМ доступен во всех трёх стандартах. Их объединяет единое программное обеспечение АФК 9110. При необходимости можно составить совмещённые версии из коммутаторов в различных стандартах.

На рисунке 12 показан переносной вариант распределённой мобильной системы ТЕСТ-9110. Эта система при-

меняется для проверки бортовых жгутов на протяжённых объектах.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АФК-9110

Разработчики и программисты холдинга «Информтест» потрудились и над модернизацией программного обеспечения. Изначально, в 2006 году ТЕСТ-9110 поставлялся с ПО АКМ, потом оно было переработано в АФК-9110.

Отличительной особенностью ПО от Информтест является то, что разные пользовательские программы, написанные для абсолютно любой версии ПО ТЕСТ-9110-VXI, работают на более новых версиях. Более того, потребителям, уже купившим систему, на регулярной основе предлагается бесплатное обновление ПО до самых новых версий. Интерфейс ПО АФК-9110 постоянно совершенствуется, однако не претерпевает кардинальных изменений. Это позволяет потребителям, ранее знакомым с ПО АКМ и АФК-9110, сразу же начать работать с новыми версиями.

АФК-9110 является самой важной частью семейства кабельных тестеров серии ТЕСТ-9110 ещё и потому, что является единым для всех версий системы.

ПО АФК-9110 разрабатывалось для использования технологами и испытателями, и не требует специальных навыков программиста для написания пользовательских программ контроля соответствующих объектов (кабели, релейные блоки, шкафы, распределительные устройства).

АФК-9110 имеет функцию активного щупа, специальный режим контроля кабелей под вибрацией, режим автоопределения списка соединений по эталонному кабелю и многое другое.

Важно, что при прохождении сертификации на тип средства измерения в АФК-9110 была выделена метрологически значимая часть ПО. Это ценное качество позволяет спокойно модернизировать и развивать ПО, не проходя новую сертификацию после каждого обновления.

СЕРТИФИКАЦИЯ НА ТИП СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Система контроля электромонтажа должна быть средством измерения (СИ), потому что в итоговом протоколе она выдаёт значения сопротивле-

ний проводов, устанавливает испытательное напряжение и измеряет сопротивление изоляции, измеряет ёмкость и индуктивность. Эти метрологические параметры надо измерять легитимно.

По закону об обеспечении единства средств измерений все СИ, применяемые для государственных нужд, должны быть утверждённого типа и обязаны проходить процедуру поверки в соответствии с поверочным интервалом. Всевозможные уловки и попытки представить обычные тестеры как испытательное оборудование не выдерживают критики, и функционируют до первой серьёзной проверки. Очевидно, что это требование невозможно выполнить для таких старых тестеров, как ЛИАНА-P100E, ТЕМП и ИК-РКУ, потому что они не проходили процедуру утверждения типа средств измерений. Единственным правомочным документом для данных систем является внутренняя инструкция и аттестация. Любые ссылки на события десятилетней давности сегодня несостоятельны и полностью противоречат действующему законодательству в области измерений. Учитывая серьёзное отношение к качеству сегодня, особенно при выполнении гособоронзаказа, можно с уверенностью сказать, что при серьёзной проверке все эти вопросы будут жёстко поставлены перед руководителями предприятий и главными метрологами.

Большинство тестеров, представленных на российском рынке, уже прошли процедуру получения свидетельства об утверждении типа СИ.

Системы серии ТЕСТ-9110 проходили её три раза. В 2010 году ТЕСТ-9110-VXI прошёл первую сертификацию на утверждение типа СИ в качестве серийного изделия. В 2015 году свидетельство было продлено ещё на 5 лет до 2020 г. (свидетельство рег. № 45982-10). В 2016 году после выхода ТЕСТ-9110 в версии AXIe-0 и LXI было принято решение пройти новую процедуру сертификации. Новое свидетельство утверждения типа средств измерений № 64868-16 действует с 01.09.2016 года. До 2010 года каждый из тестеров ТЕСТ-9110-VXI проходил единичную сертификацию на тип СИ (по требованию заказчика).

Тестер ТЕСТ-9110-VXI занесён в специальный раздел Госреестра средств измерений для использования в МО РФ и других силовых структурах РФ. ©

О принципах выбора щитового климатического оборудования

Константин Трутко (Москва)

Поддержание оптимальной температуры в электрических шкафах является одной из основ обеспечения безаварийной работы всего электрохозяйства предприятия. В статье приводится обзор технических средств для поддержания микроклимата в электрических щитах (термостатов, вентиляторов с фильтром, электронагревателей, гигростатов) и принципы расчёта параметров климатического оборудования.

Несоблюдение надлежащего температурного режима в электрических шкафах приводит к негативным последствиям для щитового оборудования: сокращению срока службы электронных компонентов, деградации характеристик приборов, частым простоям оборудования, вплоть до полной остановки производства. При наличии в электрическом шкафу электронных компонентов и оборудования, выделяющих большое количество тепла, повышение температуры может вызвать перегрев и выход из строя элементов электрической схемы шкафа, не рассчитанных на работу в таких условиях.

Для увеличения срока службы и надёжной работы оборудования внутри шкафов управления необходимо контролировать и регулировать температуру и относительную влажность воздуха.

Щитовые вентиляторы

Самым простым способом предотвращения перегрева электрического шкафа является организация принудительной циркуляции воздуха во внутреннем объёме шкафа при помощи вентиляторов.

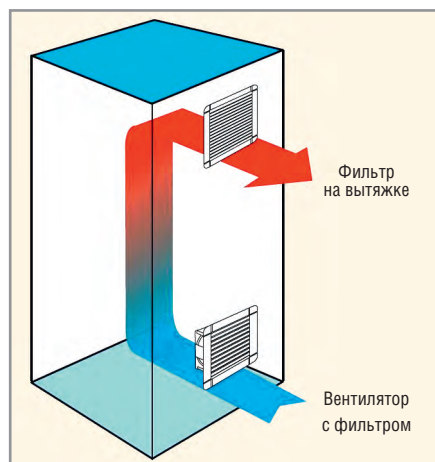


Рис. 1. Организация охлаждения шкафа с применением вентиляторов

ёме шкафа при помощи электрических вентиляторов. Вентилятор, встроенный в нижнюю часть дверцы или в боковую стенку электрического шкафа, нагнетает более холодный заборный воздух внутрь шкафа, а горячий воздух выводится через вытяжную решётку в верхней части шкафа (см. рис. 1). При нагнетании заборного воздуха велика вероятность попадания в шкаф большого количества пыли. Для предотвращения засорения шкафов используются вентиляторы и вытяжные решётки, оборудованные высокоэффективными фильтрующими элементами, способными задерживать на своей поверхности как крупные, так и мелкие частицы мусора, цементную пыль, пух и споры растений.

При выборе схемы охлаждения электрического шкафа и типоразмера вентилятора с фильтром необходимо принять во внимание целый ряд факторов. Отправной точкой для расчёта типоразмера вентилятора с фильтром является информация о тепловой энергии, рассеиваемой установленными в шкафу приборами и компонентами. Эта информация доступна в справочниках и каталогах всех производителей оборудования, и задача инженера-проектировщика сводится к суммированию расчётных величин рассеиваемой внутри электрощита тепловой энергии. Также необходимо учесть поправку на нагрев электрических проводников внутри шкафа при максимальном расчётном режиме работы оборудования. Затем вычисляется максимальная разница между внутренней и внешней температурой. При этом учитывается максимально допустимая температура внутри электрического шкафа, в соответствии с условиями эксплуатации устройств и электрических компонент, установленных в электрощите, и

максимальной возможной температурой вне электрощита.

При проведении тепловых расчётов удобно пользоваться готовыми диаграммами, которые приводятся в каталогах производителей щитового климатического оборудования (см. рис. 2).

Проекция на ось X точки пересечения линии тепловой мощности (Вт) и соответствующей зелёной линии соответствует расчётному значению расхода воздуха ($\text{м}^3/\text{ч}$), который необходимо обеспечить для получения необходимой температуры внутри электрощита. Протянув эту линию вертикально до пересечения с синей горизонтальной полосой, получим оптимальный типоразмер вентилятора, необходимый для обеспечения отвода тепла в расчётных условиях.

В качестве примера рассмотрим выбор вентилятора для электрощита с выделяемой тепловой мощностью 500 Вт. При этом перепад температур между внутренним и наружным пространствами электрощита составляет 20 К. Требуемый расход воздуха составляет около 80 $\text{м}^3/\text{ч}$. С учётом загрязнения фильтра имеет смысл обеспечить запас 10%. Таким образом, для обеспечения надлежащего отвода тепла из внутреннего пространства электрощита в данных условиях подходит щитовой вентилятор с фильтром с расходом воздуха 100 $\text{м}^3/\text{ч}$.

Для длительной безотказной работы имеет смысл выбирать вентилятор с шарикоподшипником, алюминиевым корпусом и ротором, изготовленным из пластика или металла (в зависимости от модификации).

Фильтры

Согласно DIN 24185 фильтры классифицируются по 9 классам: 4 класса фильтров грубой очистки пыли и 5 классов сажевых фильтров тонкой очистки. Фильтры грубой очистки (EU1–EU4) непроницаемы для частиц размером более 10 мкм. Сажевые фильтры (EU5–EU9) применяются для фильтрации частиц размерами 1–10 мкм.

Качество фильтрующих элементов определяется в соответствии с DIN 24185 в независимой лаборатории. Маркировка с наименованием типа и

класса фильтра наносится на изделие вместе с торговым знаком после проведения лабораторных испытаний. Для фильтрующих элементов класса EU3 среднее значение эффективности воздушного фильтра составляет 80–90%.

Фильтрующий материал представляет собой пластиковое волокно с прогрессивной структурой, имеющее влагостойкость до 100% относительной влажности и термостойкость до +100°C. Диаметр волокон фильтра и расстояние между волокнами с чистой наветренной стороны меньше, чем с подветренной. Вследствие этого на фильтре оседают сначала крупные частицы пыли, а затем мелкие. Таким образом, рационально используется весь объём фильтрующего элемента. Согласно требованиям пожарной безопасности, в соответствии с DIN 53438, материал фильтрующих элементов должен быть самозатухающим.

Использованные в конструкции пластмассы соответствуют классу воспламеняемости согласно UL94.

В стандартной комплектации вентилятор с фильтром поставляется в положении «приток в щит», то есть холодный воздух фильтруется и втягивается в корпус электрощита. В некоторых случаях бывает необходимо, чтобы тёплый воздух вытягивался из электрического шкафа. Направление воздушного потока можно изменить с притока в электрощит на вытяжку путём изменения положения двигателя вентилятора, либо применив специальную версию вентилятора с обратным направлением потока воздуха.

В плотно закрытых электрических щитах вследствие нагрева в процессе работы отдельных приборов происходит увеличение давления воздуха. Клапан выравнивания давления позволяет поддерживать необходимое давление, при этом сохраняя высокую степень защиты электрощита от пыли и влаги. Клапан выравнивания давления соответствует нормам DIN EN 62208 для использования в электрических щитах.

ЩИТОВЫЕ ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛИ

Другим фактором, влияющим на бесперебойную работу оборудования в электрических шкафах, является низкая температура и, как следствие, возможность образования водяного конденсата на поверхности и внутри электрических компонентов и электронных приборов, установленных в шкафу.

Большинство приборов не рассчитано на работу при низких температурах. Для монтажа оборудования в неотапли-

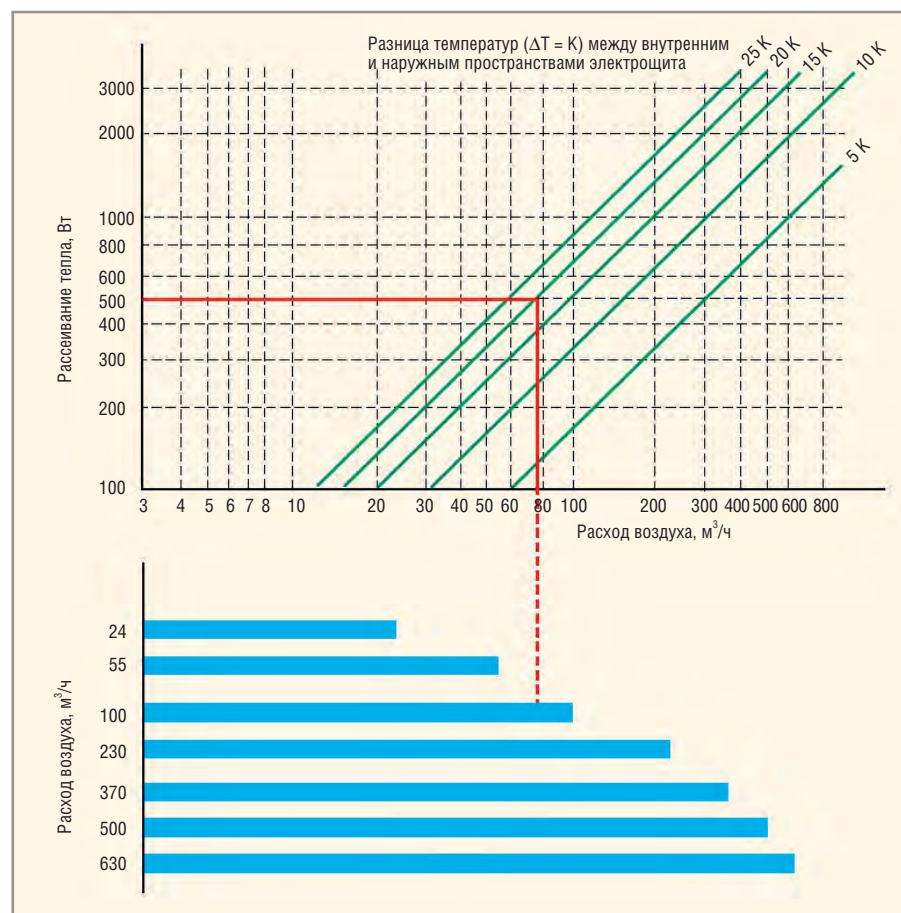


Рис. 2. Диаграмма выбора вентиляторов

ваемых помещениях и на улице необходимо использовать термостат для управления нагревателями, установленными в шкафах управления. Это позволит сохранить допустимую для оборудования температуру эксплуатации внутри шкафа.

Ведущие компании-производители щитового климатического оборудования выпускают линейку электронагревателей следующих мощностей: 25, 50, 100, 150, 250 и 400 Вт. Электронагреватели небольшой мощности (до 150 Вт), как правило, имеют полупроводниковый нагревательный элемент и радиатор из алюминиевого сплава. Они устанавливаются в нижней части обогреваемого шкафа, на некотором расстоянии от внутренних электрических компонентов. Тепло распространяется внутри объёма шкафа за счёт конвекции. При выборе электронагревателя следует отдавать предпочтение моделям, оснащённым защитным кожухом из жаростойкого пластика, который защитит руки электрика от ожогов и предотвратит оплавление изоляции и инструментов при случайном касании.

Эффективный теплосъём с радиаторов электронагревателей большой мощности (от 250 Вт) невозможен без принудительной циркуляции воздуш-

ных потоков вблизи нагревательного элемента. По этой причине электронагреватели с тепловой мощностью от 250 Вт оснащаются встроенными вентиляторами. Вентилятор представляет собой осевой вентилятор с шарикоподшипником, с переменной скоростью воздушного потока 13,8–45 м³/ч, в зависимости от варианта исполнения.

Для обеспечения безопасности и наилучшей производительности электронагреватели необходимо монтировать в электрическом шкафу с соблюдением следующих правил:

- минимальное расстояние между электрическими приборами в шкафу и электронагревателем должно составлять 60 мм;
- положение при монтаже электронагревателя – вертикально (кабели под обогревателем), в нижней части шкафа;
- запрещается устанавливать обогреватели над легко воспламеняемыми материалами;
- запрещается эксплуатировать нагревательный элемент в коррозионной окружающей среде.

Нагревательным элементом является РТС-резистор. В основе работы терморезисторов используется свойство

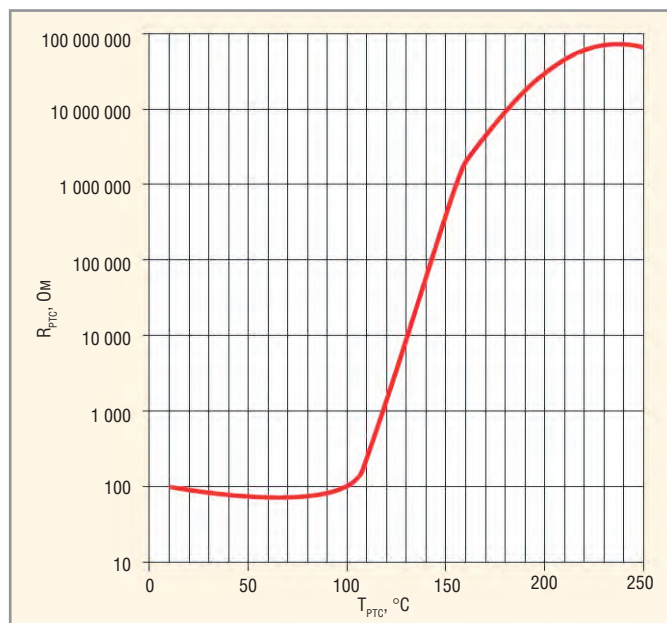


Рис. 3. Зависимость электрического сопротивления терморезистора РТС от температуры

полупроводниковых поликристаллических керамических материалов (например, титанат бария $BaTiO_3$) изменять сопротивление в зависимости от температуры. В терморезисторах РТС (с положительным температурным коэффициентом) используется свойство электропроводящих материалов при низких температурах проводить ток лучше, чем при высоких температурах. Электрическое сопротивление увеличивается с ростом температуры (см. рис. 3).

Для расчёта необходимой мощности обогрева электрощита необходима следующая информация:

- размеры корпуса электрощита (высота, ширина и глубина в мм);
- тип монтажа (например, свободно стоящие, настенные и т.д.);
- место установки (например, в помещении или на открытом воздухе);
- используемый материал корпуса электрощита (например, сталь);
- перепад температуры в градусах (K);
- рассеиваемая мощность (Вт).

Расчёт мощности щитовых электронагревателей производится с учётом приведённых параметров по формуле:

$$P = T \times k \times S - P_s,$$

где P – расчётная мощность обогревателя (Вт), T – абсолютная сумма температур снаружи и внутри шкафа (°C), k – коэффициент теплопроводности материала (для стали 5,5), S – полная площадь корпуса (m^2), P_s – тепловая мощность, которая выделяется устройствами внутри шкафа (Вт).

Быстрее и удобнее произвести расчёт мощности щитовых электронагревателей можно, воспользовавшись специальными таблицами и программами расчёта, которые предоставляют на своих веб-сайтах производители оборудования.

Щитовые регуляторы температуры

Для регулирования температуры внутри электрического шкафа применяют следующие технические решения.

1. Высокоточные температурные контроллеры с резистивным датчиком температуры внутри электрического шкафа, с пропорционально-интегральным регулятором и выходами на исполнительные механизмы (обогреватели и вентиляторы). Такой вариант можно рекомендовать либо в случае, когда в шкафу уже установлен контроллер, у которого имеются незадействованные входы, выходы и вычислительные мощности, либо если требуется очень точное регулирование температуры. В остальных случаях использование температурных контроллеров является неоправданно дорогим.
2. Электрообогреватели со встроенными регуляторами температуры. Критическим недостатком данного способа является то, что измерительный термоматчик располагается непосредственно в корпусе электрообогревателя, что приводит к очень большой погрешности в измерениях.
3. Выносные электронные и электромеханические регуляторы температуры

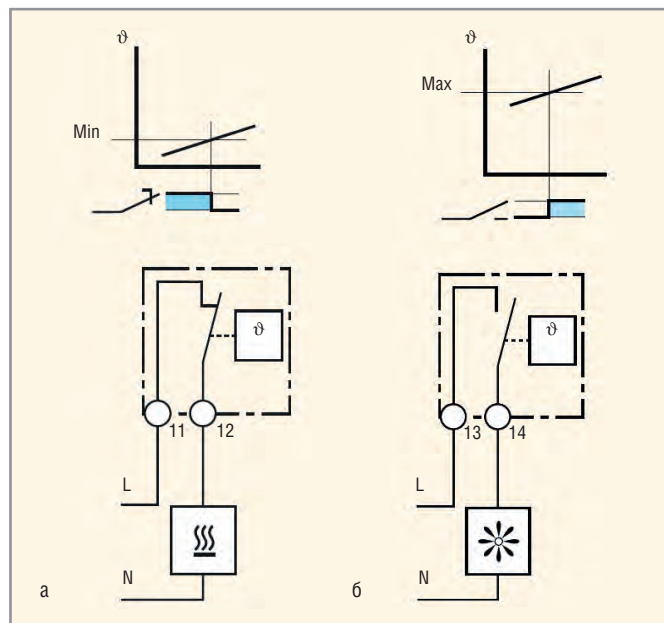


Рис. 4. Регулирование температуры с помощью: а – электронагревателя; б – вентилятора

(термостаты) – наиболее распространенный вариант для регулирования температуры внутри электрического шкафа. Электронные регуляторы температуры стоят дороже и применяются только в особых случаях.

Чаще всего для регулирования температуры применяются электромеханические термостаты со встроенной биметаллической пластиной – элементом, обладающим свойством деформироваться (изгибаться) в одном направлении под воздействием повышенной температуры. В составе пластины имеются два металла с разными коэффициентами температурного расширения. При нагреве такой пластины её компоненты расширяются по-разному, что приводит к изгибу, форма которого зависит от разности температурных коэффициентов. Скорость деформации прямо пропорциональна изменению температуры. При охлаждении пластины она приобретает исходное положение. Пластина является монолитным соединением и может работать сколь угодно долго. Электромеханические термостаты с биметаллической пластиной не требуют дополнительного электропитания, просты и надёжны в работе.

Широкое распространение также получили электромеханические термостаты для раздельного регулирования температуры в щите либо при помощи электронагревателя, либо при помощи вентилятора (см. рис. 4). В первом случае при снижении температуры внутри электрощита ниже заданной уставкой управляющий контакт замыкается.

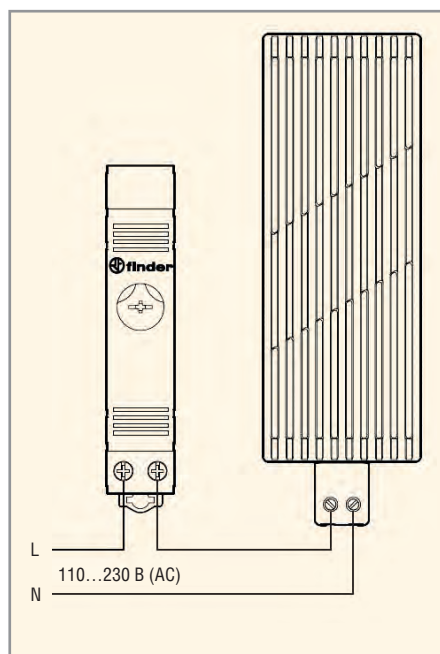


Рис. 5. Схема с прямым включением обогревателя через контакты термостата

При достижении заданной температуры управляющий контакт размыкается. Во втором случае управляющий контакт замыкается при превышении температуры внутри электрощита заданной уставкой и размыкается при достижении температурой значения ниже уставки.

В качестве примеров подключения электронагревателей на рисунках 5 и 6 показаны схема прямого включения обогревателя через контакты термостата и схема включения обогревателя через промежуточный контактор соответственно.

Щитовые гигростаты

При перепадах температур внутри шкафа образуется конденсат, что может стать причиной короткого замыкания и повреждения оборудования. Важный параметр в этом явлении – так называемая точка росы – температура охлаждения окружающего воздуха, при которой

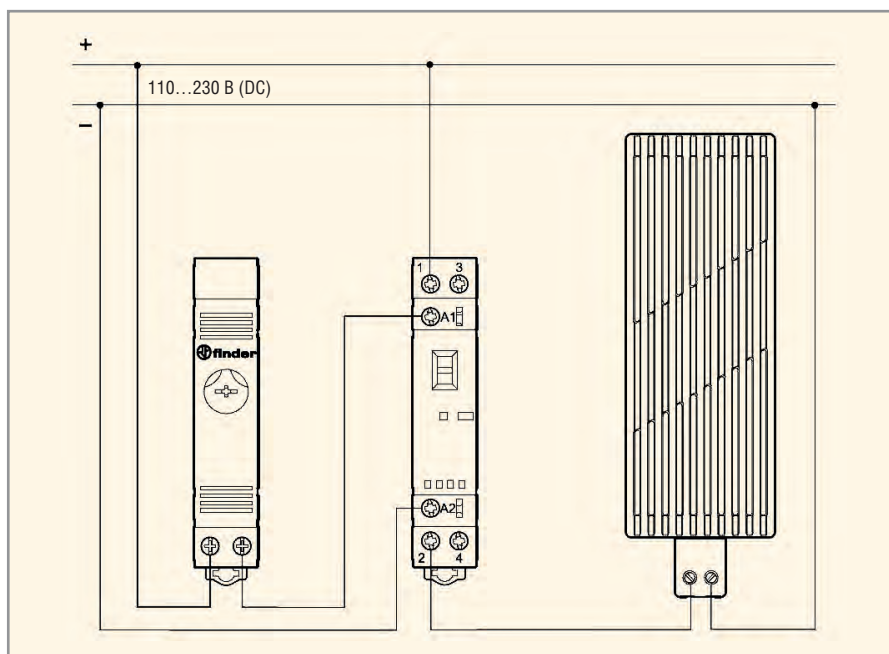


Рис. 6. Схема включения обогревателя через промежуточный контактор

водяной пар, который в нём содержится, начинает конденсироваться, образуя росу. Это температура выпадения конденсата. Данный показатель зависит от двух факторов: температуры воздуха и его относительной влажности. Точка росы газа тем выше, чем выше его относительная влажность. То есть она приближается к фактической температуре окружающего воздуха. И наоборот, чем ниже влажность, тем ниже точка росы.

Значения точки росы в градусах Цельсия определяют либо по таблице, либо по формуле:

$$T_p = \frac{b \times \gamma(T, RH)}{a - \gamma(T, RH)}$$

где $a = 17,27$; $b = 237,7^\circ\text{C}$; $\gamma(T, RH) = a \times T / (b + T) + \ln RH$; T – температура в градусах Цельсия, RH – относительная влажность в объёмных долях.

Для поддержания одинакового уровня влажности внутри электрического шкафа используют щитовые гигростаты. Эти приборы имеют встроенный датчик, шкалу с регулируемыми уставками влажности и клеммы для подключения.

При наладке щитовых гигростатов следует иметь в виду, что представленные на рынке образцы – это, как правило, бюджетные электромеханические приборы, имеющие достаточно большой разброс параметров. Перед вводом в эксплуатацию необходимо провести несколько тестов, определить текущее значение температуры точки росы с помощью лабораторного термометра, прачевого психрометра и специальных таблиц или приведённых формул. Только убедившись, что гигростат срабатывает в нужном диапазоне, можно подписывать акт сдачи электрического щита в эксплуатацию.



Новости мира News of the World Новости мира

Глобальный рынок полупроводников в 2016 году

Согласно финальным данным компании Gartner глобальный рынок полупроводников в 2016 г. составил \$343,5 млрд, что на 2,6% больше, чем было в 2015 г. (\$334,9 млрд).

Суммарная выручка топ-25 полупроводниковых вендоров показала рост на 10,5%. Её доля составила уже 74,9%, существенно превзойдя динамику рынка в целом (остальной рынок показал снижение на 15,6%). Одна-

ко, как отмечают аналитики, основа этого роста была обеспечена повышенной активностью компаний в области слияний и поглощений (M&A).

В Gartner отмечают, что рост рынка в денежном выражении был поддержан увеличением производства во многих сегментах электронного оборудования, повышением цен на флэш-память NAND и относительно благоприятным положением на рынках валют.

Напомним, что это увеличение цен как фактор роста рынка недавно отмечала и исследовательская компания IC Insights.

Согласно Gartner, компания Intel в 2016 г. сохранила позицию № 1 на рынке полупроводниковых устройств в деньгах и даже увеличила долю рынка за год на 4,6%. Samsung Electronics по-прежнему № 2 на рынке, хотя корейская компания показала больший рост.

Gartner (май 2017 г.)

Новости мира News of the World Новости мира

Центр наноэлектроники в Зеленограде развивает 28-нм проект

22 мая на площадке Особой экономической зоны МИЭТ прошло совещание с представителями IMEC (Бельгия) по реализации проекта создания мини-фаундри для прототипирования СБИС и СНК с проектными нормами до 28 нм.



Во встрече от российской стороны приняли участие ректор НИУ МИЭТ В.А. Беспалов, генеральный директор АО ЗНТЦ

А.А. Ковалёв, генеральный директор КП КРЗ В.В. Зайцев, а также представители Минпромторга РФ, ГБУ «Агентство инноваций Москвы», руководители ряда московских и зеленоградских профильных предприятий (дизайн-центров). Со стороны европейских технологических партнёров были вице-президент по развитию бизнеса IMEC Лод Лоуэрс (Lode Lawers), директор по развитию направления цифровых микросхем IMEC Дан Мокута (Dan Mocuta), представители Kember Associates Ltd (Великобритания).

На мероприятии был представлен новый проект «Центр Полупроводниковой Наноэлектроники» (ЦПН) в Зеленограде на базе АО «ЗНТЦ» и НИУ МИЭТ. Дискутировались вопросы удовлетворения потребностей российских предприятий-разработчиков в прототипировании и мелкосерийном изготовлении СБИС и СНК. Представлялись также ключевые технологии и опции, планируемые к передаче в ЦПН, а также обсуждалась совместимость этих технологий с технологиями ведущих зарубежных фаундри для обеспечения

возможности передачи на них российских разработок для серийного выпуска продукции.

В выступлениях представителей дизайн-центров прозвучали вопросы, касающиеся минимально необходимых площадей чистых комнат, сроков трансфера технологий от IMEC, поставок средств проектирования, сроков, объёмов и сфер применения выпускаемой продукции (например, IoT, телемедицина, энергетика и т.д.).

По результатам совещания был принят ряд решений: так, в связи с подтверждённой актуальностью создания площадки прототипирования с проектными нормами до 28 нм предложено создать рабочую межведомственную рабочую группу для обеспечения взаимодействия на этапе организации и координации деятельности ЦПН.

Отмечена готовность технологического партнёра IMEC осуществить трансфер технологий в соответствии с подписанным ранее Соглашением о сотрудничестве. Также целесообразным было признано, что координацию взаимодействия с IMEC будет осуществлять НИУ МИЭТ.

zntc.ru

SEMILEDs

Мощные светодиоды



Мощные светодиоды

Сверхяркие SMD-светодиоды

Светодиодные модули



ProCHIP
POWERED BY ProSOFT

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

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



Реклама

**Скорость и надежность
современных
технологий**



Поддерживаемые ОС

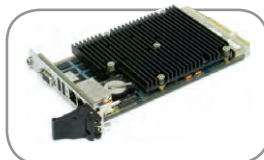


CompactPCI 2.0, 2.16, 2.30, Serial



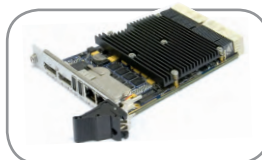
CPC503

Intel Core i7
с поддержкой модулей
расширения XMC/PMC



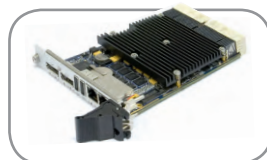
CPC508

Intel Atom
с мезонином 2×CAN,
2×RS-422/485, 2×USB



CPC510

Intel Core i7
2×PCIe x8, 4×PCIe x4
для межмодульной
коммутации



CPC512

Intel Core i7
1×GbE, 2×PCIe x8, 4×PCIe x4
для межмодульной
коммутации



Современные ИС Texas Instruments для космических приложений

Юрий Петропавловский (г. Таганрог)

В статье коротко рассмотрена история создания полупроводниковых приборов компании Texas Instruments. Приведена номенклатура продуктов высокой надёжности и рассмотрены особенности современных микросхем космического назначения.

Компания Texas Instruments (Даллас, США) является одним из крупнейших мировых разработчиков и производителей аналоговых и цифровых микросхем. Компания поддерживает русскоязычный портал и располагает широкой сетью дистрибьюторов своей продукции в России [1].

Свою историю компания ведёт с 1930 г., когда группа инженеров (Юджин МакДермонт, Сесил Грин, Джон Джонссон, Генри Пикок) из компании Geophysical Service (GSI) занялась исследованиями методов обработки отражённых сейсмических волн для обнаружения нефтяных пластов (в 1941 г. основатели выкупили GSI за \$275 тыс.).



Рис. 1. Серийный германиевый транзистор Type 102

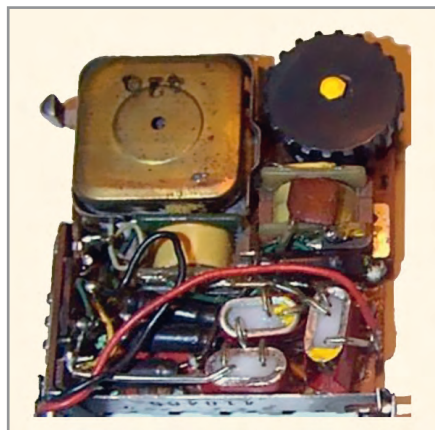


Рис. 2. Слуховой аппарат Sonotone 1111

После начала Второй мировой войны компания получила контракт на разработку аппаратуры для обнаружения подводных лодок. В 1945 г. в компанию был принят Патрик Хаггерти из бюро закупок военно-морских сил США, после чего производство радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) для военных целей стало одним из основных видов деятельности компании (оборот GSI в 1950 г. составил \$7,6 млн, а число сотрудников достигло 1128).

В 1951 г. компания сменила название на Texas Instruments (TI), а в мае 1952 г. стала одним из покупателей лицензии на производство германиевых транзисторов у фирмы Western Electric.

Значительных успехов в производстве транзисторов компания добилась после принятия в 1952 г. на работу Гордона Тила (Gordon Kidd Teal, 1907–2003 гг.) из компании Bell Laboratories. Гордон Тил известен созданием технологии выращивания кристаллов германия для изготовления транзисторов, впервые в мире созданных группой Уильяма Шокли из Bell Laboratories.

Первые экземпляры точечных транзисторов (Type 100, Type 101) TI продемонстрировала уже в августе 1952 г., однако в массовое производство они не пошли. Транзисторы Type 102 (см. рис. 1) и Type 103 с улучшенными параметрами в герметичных корпусах были представлены в сентябре 1953 г. В 1954 г. в таких же корпусах были выпущены и первые плоскостные n-p-n-транзисторы Type 200, Type 201, обла-

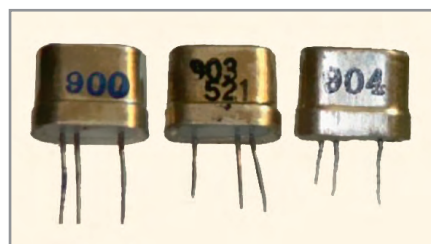


Рис. 3. Первые кремниевые транзисторы

дающие высокой надёжностью и большой мощностью рассеивания. Одними из первых приборов, в которых были применены транзисторы TI, были слуховые аппараты Sonotone 1111 (см. рис. 2), для производства которых фирма Sonotone сделала заказ на 7500 транзисторов TI (Type 204, Type 205).

Первые германиевые транзисторы компании были маломощными и низкочастотными, что существенно ограничивало их применение, особенно в такой перспективной сфере, как портативные радиоприёмники. Однако уже в 1954 г. в компании были созданы высокочастотные транзисторы Type 222 (УПЧ) и Type 223 (гетеродин), нашедшие применение в прототипе радиоприёмника Regency TR-1.

Мощные (12 Вт) сплавные германиевые транзисторы Type 356 (2N250) Type 356A (2N251) были запущены в производство в 1956 г. Приборы нашли применение в автомобильных радиоприёмниках.

Для разработки кремниевых транзисторов в компании была создана специальная группа (Silicon Transistor Team). Первые коммерческие кремниевые транзисторы серии 900 были выпущены в 1956 г. Тогда же были выпущены и версии транзисторов для ВМФ США – USN 2N117 (Type 903) и USN 2N118 (Type 904), предназначенные для жёстких условий эксплуатации (см. рис. 3) [2].

В сентябре 1958 г. сотрудник TI Джек Килби (Jack St. Clair Kilby, 1923–2005 гг.) продемонстрировал первую действующую микросхему. Последствия этого события оказались столь значительными, что через 42 года Килби получил Нобелевскую премию.

Первая микросхема Килби представляла собой полосу германия размера-

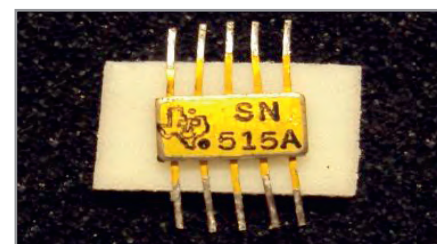


Рис. 4. Микросхема высокой надёжности SN515A

ми $10 \times 1,6$ мм, на которой сформированы элементы автогенератора колебаний – меза-транзистор, конденсатор на р-п-переходе и объёмный резистор (часть германиевой пластины).

Уже в 1960 г. компания выпустила ряд логических микросхем в керамических позолоченных корпусах, предназначенных для жёстких условий эксплуатации – SN511A (триггер), SN515A (схема ИЛИ, см. рис. 4), SN393A, SN394A, SN395A, SN366A и другие. Микросхемы высокой надёжности с успехом применялись в аппаратуре космических аппаратов Аполлон лунной программы НАСА. Например, микросхема SN7401 (аналог 133ЛА8) 1967 г. выпуска предназначена для военных и космических приложений (SN 7401 Gold IC Space Race Stuff).

В каталоге компании 2017 г. представлена широкая номенклатура микросхем высокой надёжности в трёх категориях продуктов: космического назначения (Space), усовершенствованные продукты (Enhanced Products), продукты класса QML Class Q (военный стандарт MIL-PRF-38535) и высокотемпературные (QML & High Temperature) [3].

Как правило, микросхемы высокой надёжности являются аналогами соответствующих микросхем промышленного назначения и отличаются только эксплуатационными параметрами, такими как диапазон рабочих температур, вибростойкость, ударопрочность, радиационная стойкость и срок службы.

МИКРОСХЕМЫ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Основным отличительным признаком приборов данной категории является высокая радиационная стойкость (Radiation Tolerance), подтверждаемая соответствующими испытаниями. Особенности работы полупроводниковых приборов на большой высоте и в космосе приведены в [4].

Микросхемы космического назначения выпускаются в керамических позолоченных корпусах, обеспечивающих защиту от электромагнитных полей и внешних воздействий на кристалл. В данную категорию продуктов входят следующие группы микросхем:

- преобразователи данных (Data Converters) с радиационной стойкостью (дозами облучения) 50–300 крад – в группу входят, в основном, АЦП (более 10 типов микросхем),

Преобразователи данных космического назначения

Тип микросхемы	Радиационная стойкость, крад	Назначение, параметры
ADS1282-SP	50	АЦП высокого разрешения (31 бит), производительность 0,25–4 килывыборок/с
ADC08D1520QML-SP	300	Сдвоенный 8-разрядный АЦП с малым энергопотреблением, производительность 3–5 Гвыборок/с
ADC10D1000QML-SP	100	Сдвоенный 10-разрядный АЦП с малым энергопотреблением, производительность 1–2 Гвыборок/с
ADC12D1600QML-SP	300	Одинарный или сдвоенный 12-разрядный АЦП, производительность 3200/1600/800 Мвыборок/с
ADC128S102QML-SP	100	Восьмиканальный 12-разрядный АЦП, 50–1000 килывыборок/с
ADC14155QML-SP	100	14-разрядный АЦП, 155 Мвыборок/с, полоса пропускания 1,1 ГГц
ADS5400-SP	50	12-разрядный АЦП с входным аналоговым буфером, 1 Гвыборок/с
ADS5424-SP	150	14-разрядный АЦП, 105 Мвыборок/с
ADS5444-SP	150	13-разрядный АЦП, 250 Мвыборок/с
ADS5463-SP	100	12-разрядный АЦП, 500 Мвыборок/с
ADS5474-SP	100	14-разрядный АЦП, 400 Мвыборок/с
DAC121S101QML-SP	100	12-разрядный малопотребляющий ЦАП с выходом Rail-to-Rail
DAC5670-SP	100	14-разрядный ЦАП, 2,4 Гвыборок/с
DAC5675-SP	150	14-разрядный ЦАП, 400 Мвыборок/с
LM98640QML-SP	100	Двухканальный 14-разрядный аналоговый блок Front End с интерфейсом LVDS, 40 Мвыборок/с

ЦАП (3 типа) и фронтальный преобразователь (Front End) LM98640QML-SP;

- микросхемы интерфейсов и синхронизации (Interface & Timing) с радиационной стойкостью 25–300 крад – в группу входят микросхемы интерфейсов RS-422, EIA-485, EIA-422, LVDS, тактовых синхронизаторов, линейных шинных драйверов, шинных приёмников и некоторые другие;
- усилители и компараторы (Amplifiers/Comparators) с радиационной стойкостью 50–300 крад (более двух десятков типов микросхем);
- цифровые сигнальные процессоры (DSP) SMJ320C6701-SP в различных исполнениях с радиационной стойкостью 100 крад;
- логические микросхемы (Advanced Logic) SN51AC...-SP с радиационной стойкостью 50 крад;
- микросхемы управления питанием (Power Management) с радиационной стойкостью 30–150 крад – в данную группу входят более 25 типов микросхем DC/DC-преобразователей, линейных стабилизаторов напряжения, источников образцового напряжения, ШИМ-контролёров и драйверов двигателей.

Усовершенствованные продукты

Микросхемы данной категории содержат в названии окончание EP (Enhanced Products), являются аналогами микросхем промышленного назначения и выпускаются в пластиковых

корпусах. Номенклатура микросхем этой категории в каталоге компании 2017 г. насчитывает сотни типов самого различного назначения и различающихся диапазонами рабочих температур (от $-55...0^{\circ}\text{C}$ до $+70...+125^{\circ}\text{C}$) [5].

Продукты класса QML Class Q и высокотемпературные

В данную категорию включены микросхемы с максимальной рабочей температурой до 210°C , с длительным сроком службы и высокой надёжностью, определяемой военными стандартами. Микросхемы этой категории представлены практически во всех видах продуктов TI. Для их поиска на сайте компании имеется руководство процессом выбора высоконадёжных продуктов Texas Instruments Military and HiRel Products, Nomenclature and Process Flow [6].

Преобразователи данных космического назначения

Классификационные параметры микросхем преобразователей данных космического назначения с высокой радиационной стойкостью из каталога TI 2017 г. приведены в таблице. Рассмотрим некоторые современные микросхемы этой группы более подробно (в скобках приведены даты выпуска последних редакций спецификаций).

ADC10D1000QML-SP (декабрь 2016г.) – одно из последних достижений компании в области сверхбыстродействующих АЦП. Микросхема выполнена в керами-

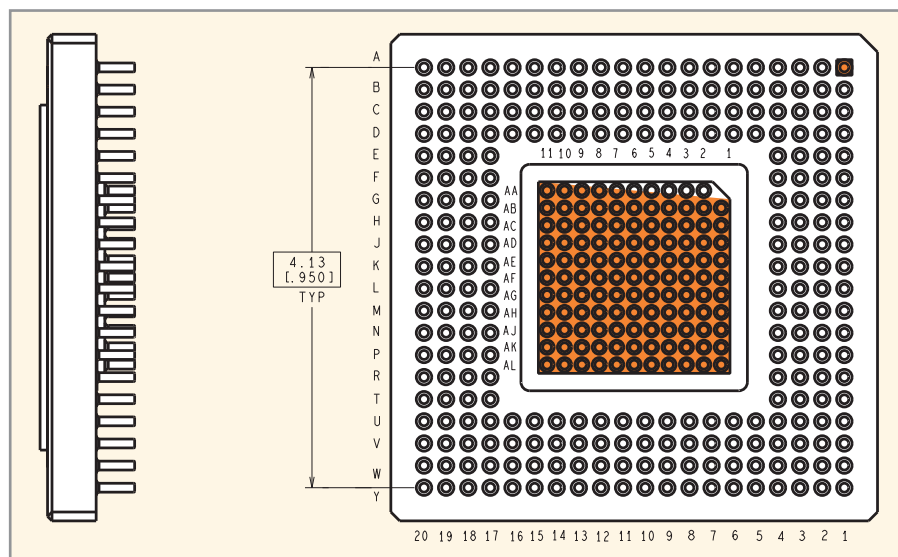


Рис. 5. Фрагмент габаритного чертежа микросхемы ADC10D1000QML-SP

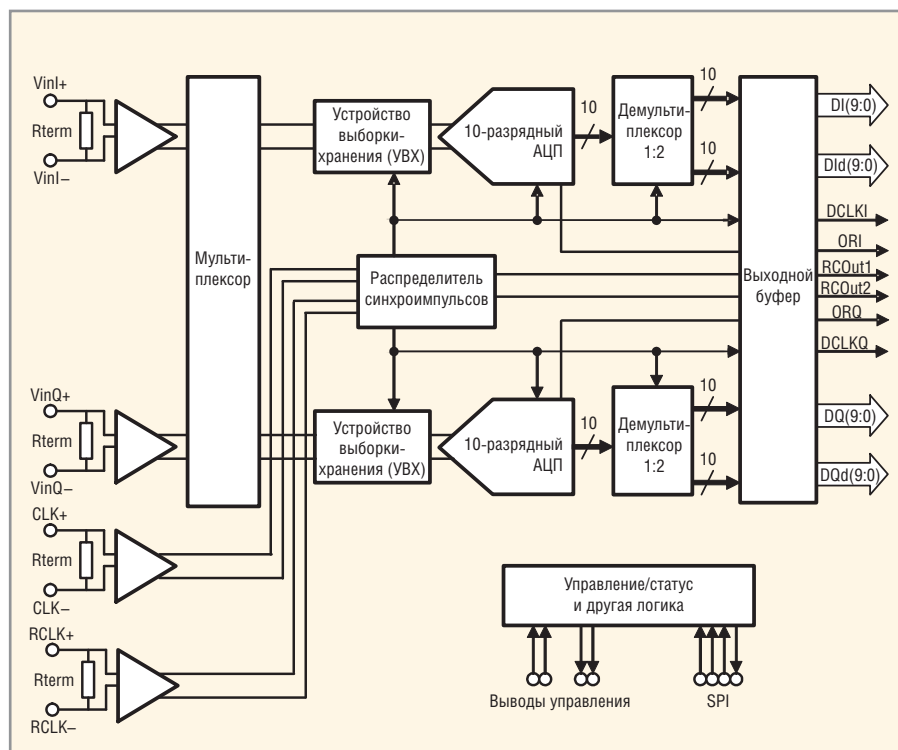


Рис. 6. Структура микросхемы ADC10D1000QML-SP

ческом корпусе с матрицей столбиковых выводов – CCGA (Ceramic Column Grid Array). Функциональный аналог в промышленном исполнении – ADC10D1000 в корпусе BGA. Фрагмент габаритного чертежа микросхемы ADC10D1000QML-SP в корпусе CCGA-376 приведён на рисунке 5, а структура прибора – на рисунке 6 (другое название корпуса – CPGA, Ceramic Pin Grid Array). Основные области применения микросхемы:

- широкополосные телекоммуникационные системы (Wideband Communications);
- прямое ВЧ-понижающее преобразование (Direct RF Down Conversion);
- астронавигация (Star Tracker).

При относительно малом энергопотреблении (2,9 Вт) микросхема обеспечивает высокие динамический диапазон с быстродействием 1 Гвыборок/с в двухканальном режиме и 2 Гвыборок/с в одноканальном режиме. Основные параметры и характеристики микросхемы:

- радиационная стойкость по накопленной дозе (Total Ionizing Dose) до 100 крад (Si);
- стойкость к единичным защёлкиваниям (Single-Event Latch-Up) до 120 МэВ·см²/мг;
- стойкость к единичным функциональным прерываниям (Single-

Event Functional-Interrupt Immune) до 120 МэВ·см²/мг;

- интерфейс для внешнего управления R/W SPI, выходной интерфейс LVDS;
- диапазон рабочих температур окружающей среды –55...+125°C;
- напряжение питания 1,8...2 В (номинальное 1,9 В);
- динамический диапазон, свободный от искажений (SFDR), – 63 дБ, зависимость динамического диапазона АЦП от частоты выборок приведена на рисунке 7;
- отношение сигнал/шум – 56,8 дБ (на частоте 248 МГц).

ADC128S102QML-SP (август 2016г.) – 8-входовый 12-разрядный АЦП. На рисунке 8 приведена структура микросхемы. Прибор выполнен в керамическом корпусе SOIC-16 и обеспечивает такие же характеристики радиационной стойкости, что и уже описанная микросхема ADC10D1000QML-SP. Микросхема ADC128S102QML-SP отличается малой потребляемой мощностью – 2,3 мВт при $U_{\text{пит}} = 3$ В и 10,7 мВт при $U_{\text{пит}} = 5$ В, скорость преобразования 50–1000 квыборок/с. Управление микросхемой осуществляется через интерфейсы SPI, QSPI, MICROWIRE, обеспечивается совместимость с большинством цифровых сигнальных процессоров. Области применения микросхемы:

• космические аппараты (Satellites);

• высокотемпературные приложения (–55...+125°C);

• медицинские системы;

• акселераторы (Accelerators).

- космические аппараты (Satellites);
- высокотемпературные приложения (–55...+125°C);
- медицинские системы;
- акселераторы (Accelerators).

ADS1282-SP (декабрь 2016г.) – радиационно-стойкий сигма-дельта АЦП высокого разрешения с двумя дифференциальными входами, выполненный в керамическом корпусе CFP-29.

Основные области применения микросхемы:

- системы позиционирования спутников и слежения за температурами (Space Satellite Temperature and Position Sensing);
- спутниковые приборы для прецизионных измерений и научных приложений (Space Satellite Precision and Scientific Applications);
- высокоточные измерения (High-Accuracy Instrumentation).

Микросхема отличается высокой чувствительностью за счёт применения маломощного входного усилителя с программируемым усилением (PGA). Структура микросхемы приведена на рисунке 9. Прибор квалифицирован по военному стандарту QMLV (QML



Рис. 7. Зависимость динамического диапазона АЦП ADC10D1000 от скорости преобразования

Class V) MIL-PRF38535 в части радиационной стойкости и диапазона рабочих температур ($-55...+125^{\circ}\text{C}$).

Основные параметры и характеристики прибора:

- радиационная стойкость по накопленной дозе 50 крад (Si);
- стойкость к единичным защёлкиваниям до 40 МэВ $\cdot$ см²/мг;
- отношение сигнал/шум – 124 дБ, общий коэффициент гармоник (THD) – 102 дБ (при частоте 1000 выборок/с);
- потребляемая мощность – 25 мВт, напряжение питания – 5 В или $\pm 2,5$ В (аналоговые узлы), 1,75–3,3 В (цифровые узлы).

DAC121S101QML-SP (июль 2016 г.) – 12-разрядный микромощный ЦАП с выходом Rail-to-Rail, выполненный в керамическом корпусе SOIC-10. Структура микросхемы приведена на рисунке 10.

Области применения микросхемы:

- спутниковые системы определения координат (Satellite Altitude and Orbit Control);
- прецизионные спутниковые датчики (Satellite Precision Sensors);
- устройства управления двигателями (Satellite Motor Control);
- высокотемпературные приложения.

Прибор обеспечивает такие же параметры радиационной стойкости и диапазон рабочих температур, как и рассмотренный АЦП ADC10D100QML-SP. Основные особенности и параметры микросхемы:

- потребляемая мощность – 0,52 мВт (при $U_{пит} = 3,6$ В в нормальном режиме), 0,014 мВт в экономичном режиме (Power-Down Mode);

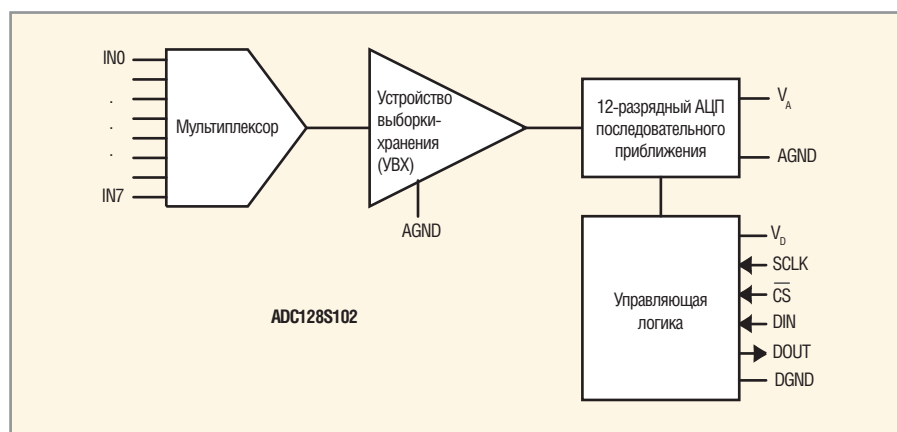


Рис. 8. Структура микросхемы ADC128S102QML-SP

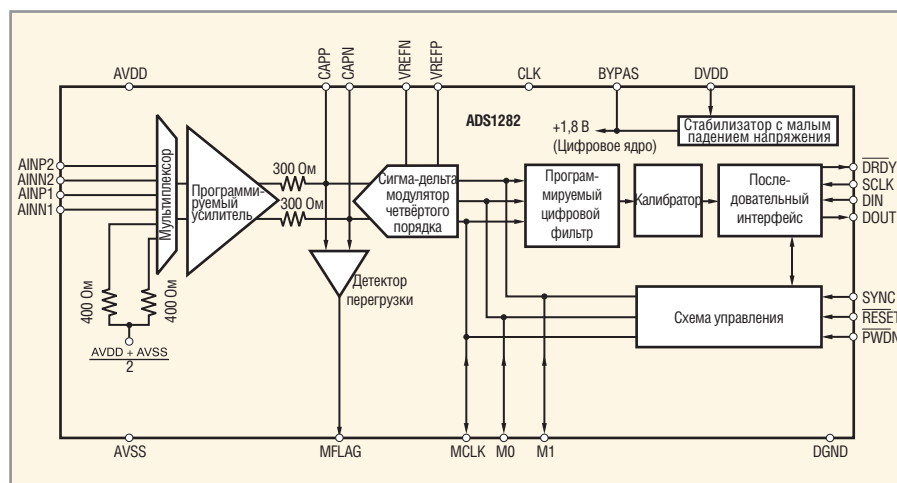


Рис. 9. Структура микросхемы ADS1282-SP

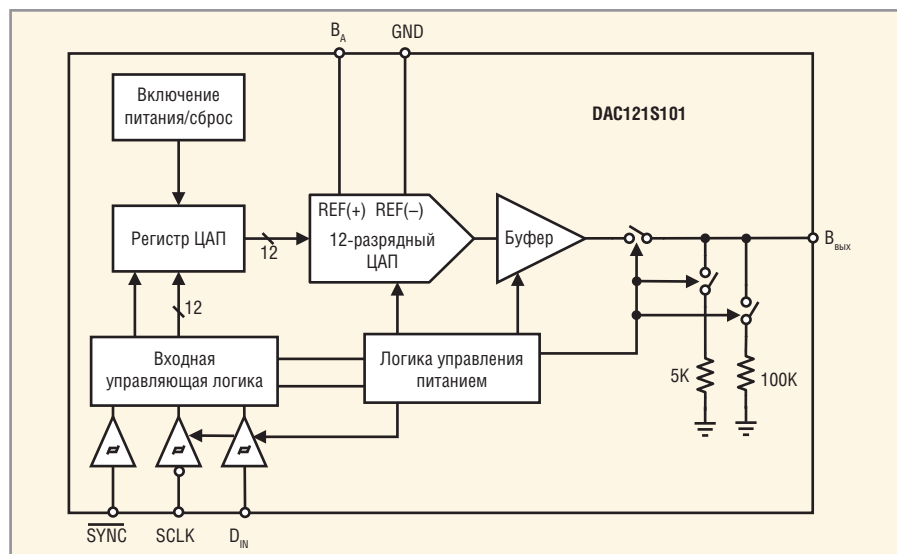


Рис. 10. Структура микросхемы DAC121S101QML-SP

- напряжение питания 2,7...5,5 В;
- выходное напряжение – $0...U_{пит}$, полный размах выходного напряжения (Full-Scale Output) – 2,997/4,992 В (при $U_{пит} = 3/5$ В).

DAC5675A-SP (август 2016 г.) – 14-разрядный радиационно-стойкий ЦАП с производительностью 400 М выборок/с

(Update Rate), выполненный в керамическом корпусе CQFP-52 (Ceramic Quad Flat Package, другое название – HFG-52). Прибор квалифицирован по тем же стандартам, что и DAC121S101QML-SP. Микросхема отличается малой потребляемой мощностью – 660 мВт при $U_{пит} = 3,3$ В и частоте выходного сигнала

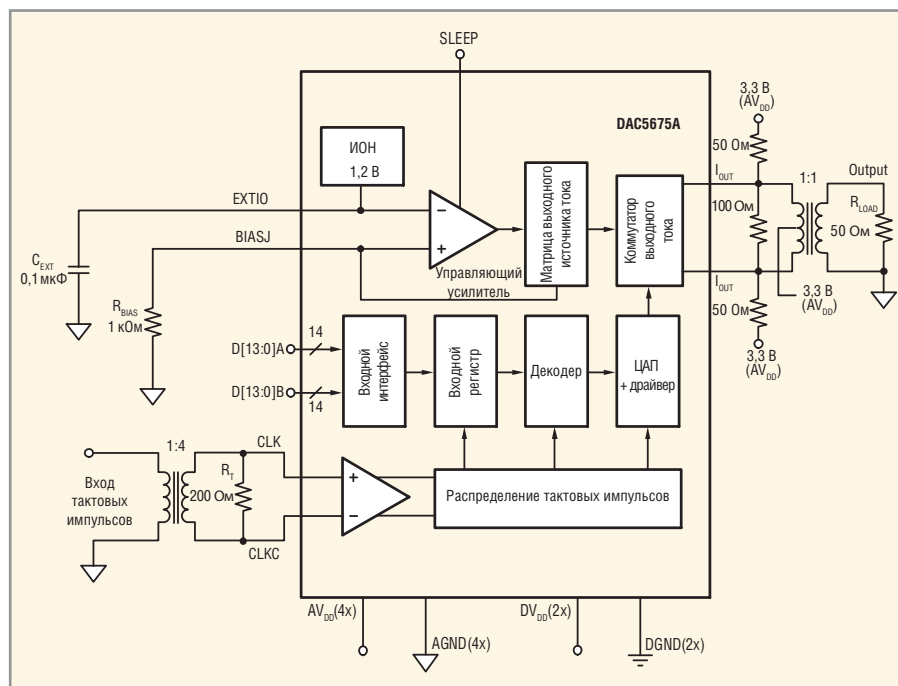


Рис. 11. Структура микросхемы DAC5675A-SP

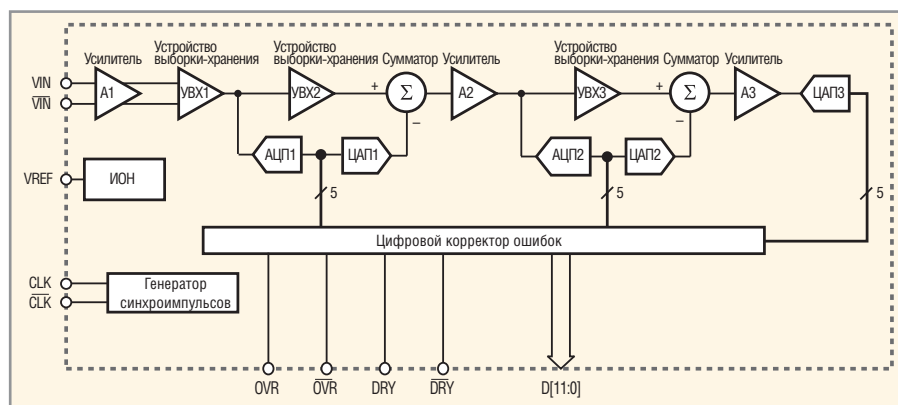


Рис. 12. Структура микросхемы ADS5463-SP

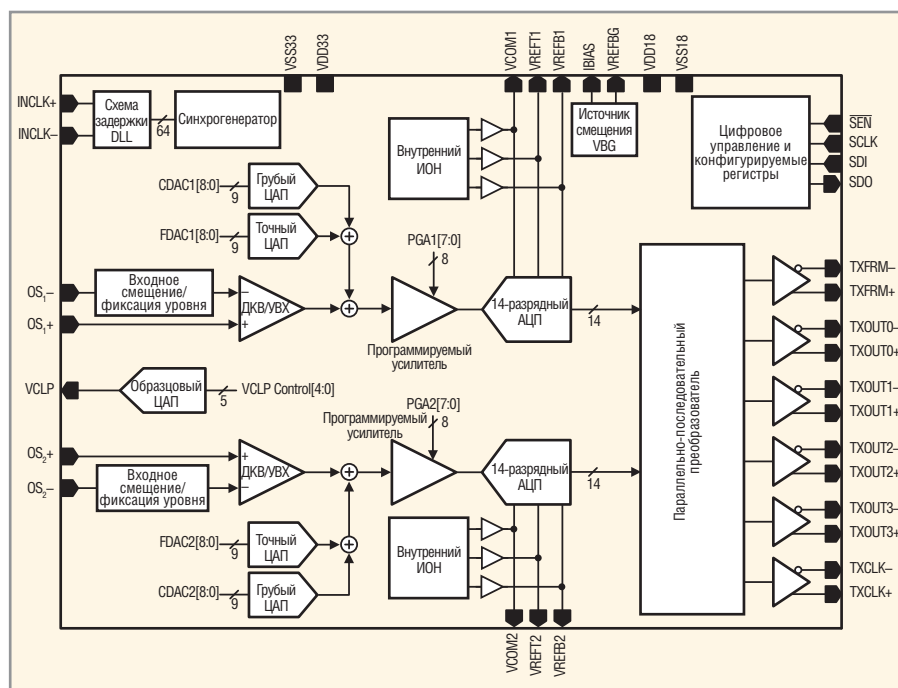


Рис. 13. Структура микросхемы LM98640QML-SP

ла 70 МГц. Применённый в микросхеме низковольтный интерфейс LVDS отлично подходит для согласования с КМОП-микросхемами специального назначения (ASIC) и ПЛИС.

Основные области применения микросхемы:

- спутниковые системы высокоскоростной передачи данных (Space Satellite RF Data Transmission);
- трансиверы сотовых базовых станций с модуляцией CDMA, WCDMA, CDMA2000, TDMA, GSM, IS-136, EDGE/GPRS;
- ВЧ-системы прямого цифрового синтеза частот (RF Direct Digital Synthesis);
- спутниковые измерительные приборы.

Дифференциальные тактовые вход и выход микросхемы специально разработаны для согласования с изолирующими трансформаторами для подключения линий с волновым сопротивлением 50 Ом. На рисунке 11 показано типовое включение микросхемы. Основные особенности и параметры ЦАП:

- динамический диапазон, свободный от искажений SFDR – 69 дБ при $f_{\text{вх}} = 70$ МГц и частоте обновления 400 Мвыборок/с;
- коэффициент мощности в соседнем канале (ACPR, Adjacent Channel Power Ratio) для W-CDMA – 73 дБн ($f_{\text{вх}} = 30,7$ МГц, $f_{\text{обновления}} = 122,88$ Мвыборок/с);
- масштабируемый дифференциальный выходной ток – 2...20 мА;
- встроенный источник образцового напряжения 1,2 В.

ADS5463-SP (2015 г.) – радиационно-стойкий 12-разрядный АЦП с быстродействием 500 Мвыборок/с, выполненный в керамическом корпусе CFP-84. Структура микросхемы приведена на рисунке 12.

Основные области применения микросхемы:

- испытательное и измерительное оборудование;
- программно-конфигурируемые радиосистемы (Software-Defined Radio);
- преобразователи данных;
- телекоммуникационные измерения.

АЦП содержит LVDS-совместимый цифровой выход (при напряжении питания 5 В или 3,3 В). Основные особенности и параметры микросхемы:

- радиационная стойкость по накопленной дозе 100 крад (Si);
- отношение сигнал/шум и динамический диапазон SFDR – 64,5 дБ на

частоте 450 МГц и скорости преобразования 500 Мвыборок/с;

- LVDS-совместимый выход, дифференциальное входное напряжение до 2,2 В;
- интегрированные входной буфер, источник образцового напряжения и устройство выборки хранения;
- диапазон рабочих температур –55...+125°C.

LM98640QML-SP (2015 г.) – двоянный 14-разрядный радиационно-стойкий аналоговый входной блок Front End с LVDS-выходом, выполненный в керамическом корпусе CQFP-64. Структура микросхемы приведена на рисунке 13. Прибор с производительностью 5–40 Мвыборок/с ориентирован на приложения, связанные с обработкой изображений при космической съёмке.

Основные области применения микросхемы:

- электронные схемы управления фотокамер (Focal Plan Electronics);
- системы визуальной ориентации и управления положением спутников (Imaging Attitude Control Systems);

• автоматизированные системы машинного зрения (Factory Automation Vision Systems);

- высокоскоростные сканеры документов (High-Speed Document Scanners);
- многофункциональные периферийные устройства (Multi-Function Peripherals).

Микросхема рассчитана на работу с датчиками изображения ПЗС и CIS (Contact Imaging Sensor), для чего содержит схемы выборки-хранения (УВХ) и двойной коррелированной выборки (ДКВ/CDS, Correlated Double Sampling). Обе схемы содержат усилители с программируемым усилением и устройства коррекции смещения ЦАП. Основные особенности и параметры микросхемы:

- параметры радиационной стойкости и диапазон рабочих температур те же, что и у описанного АЦП ADC10D1000QML-SP;
- мощность потребления составляет 125 мВт на канал при напряжении питания 3,3 В и скорости преобразования 15 Мвыборок/с;
- схемы ДКВ и УВХ для ПЗС- и CIS-датчиков изображения с программируемым усилением 0 и 6 дБ;

• программируемое усиление в каждом канале – 256 шагов в диапазоне –3...+18 дБ;

• уровень шумов (Noise Floor) 79 дБ.
В заключение следует отметить, что микросхемы космического назначения с успехом могут быть использованы для всех приложений с жёсткими и особо жёсткими условиями эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Texas Instruments. www.ti.com/lstds/ru/homepage.page.
2. Transistor History. <https://sites.google.com/site/transistorhistory/Home/us-semiconductor-manufacturers/ti>.
3. Space & High Reliability. www.ti.com/lstds/ti/space-high-reliability/overview.page.
4. Петрова-Волковский Юрий. Радиационно-стойкие микросхемы компании Atmel. Современная электроника. 2012. №7.
5. Enhanced Products (EP) Orderables. www.ti.com/lit/an/sboa153a/sboa153a.pdf.
6. Texas Instruments Military and HiRel Products. www.ti.com/lit/an/sboa142/sboa142.pdf.



www.jtagtechnologies.ru

JTAG
TECHNOLOGIES®

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

The screenshot displays the JTAG ProVision software interface with several overlapping windows:

- Автоматическая генерация тестов** (Automatic test generation): A window showing a table of test parameters and results.
- Русскоязычный интерфейс** (Russian language interface): A window with a question "Что вы хотите сделать?" (What do you want to do?) and options like "Изменить текущий Проект" (Change current project).
- Скрипты для создания продвинутых тестов** (Scripts for creating advanced tests): A window showing a list of scripts for creating advanced tests.
- Десятки тысяч готовых моделей ЭКБ** (Dozens of thousands of ready-made EKB models): A window showing a list of EKB models.
- Последовательности для производства** (Sequences for production): A window showing a table of production sequences.

Представительство JTAG Technologies в России
Телефон: [812] 313-9159
E-mail: russia@jtag.com

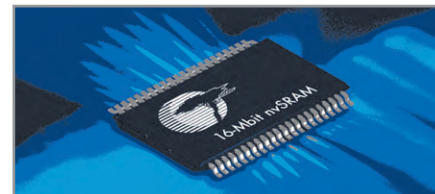
Эксклюзивный дистрибьютор: ООО «Остек-Электрон»
Телефон: [495] 788-4444
E-mail: info@ostec-group.ru

Реклама

Энергонезависимая память nvSRAM от компании Cypress

Александр Тузов (Москва)

В статье, посвящённой энергонезависимой памяти nvSRAM компании Cypress, рассказывается об архитектуре nvSRAM, характеристиках и особенностях применения данной памяти на примере построения конкретных устройств.



ВВЕДЕНИЕ

Полупроводниковая оперативная память классифицируется по её способности сохранять данные при отсутствии напряжения питания. Статическая память с произвольным доступом (SRAM) теряет содержащиеся в ней данные при выключении напряжения питания и является энергозависимой памятью. Другим типом энергозависимой памяти является динамическая память с произвольной выборкой (DRAM), применяющаяся во всех настольных компьютерах и ноутбуках.

Память, сохраняющая данные при отсутствии напряжения питания, называется энергонезависимой. К такому типу памяти относятся: энергонезависимая SRAM (nvSRAM), ферроэлектрическая RAM (F-RAM), электрически стираемая перепрограммируемая ROM (EEPROM), флэш-память, магниторезистивная (MRAM) и другие. Эти виды памяти применяются там, где необходимо сохранять важные данные при отключённом питании или при периодических прерываниях подачи напряжения питания во время работы. При-

мером прерывания подачи питания может служить «горячее» подключение и отключение карт памяти к серверам, промышленным компьютерам, медицинскому оборудованию. При этом не происходит потери важных данных в памяти устройств.

Память nvSRAM относится к классу энергонезависимой памяти и при этом сохраняет все достоинства SRAM-памяти. В отличие от других технологий энергонезависимости nvSRAM-памяти Cypress обеспечивается без использования батарей, суперконденсаторов или иных источников питания для сохранения данных. Память nvSRAM имеет ряд преимуществ в тех приложениях, где требуются одновременно высокое быстродействие и энергонезависимость в недорогом исполнении. Такие решения востребованы в интеллектуальных измерительных приборах, серверах, ПЛИСах, игровых приставках, multifunctional принтерах и массивах памяти.

Компания Cypress предлагает несколько семейств высокоскоростных nvSRAM-продуктов, обеспечивающих более 20 лет хранения данных. Длительное хра-

нение данных происходит в энергонезависимых элементах, интегрированных с ячейками SRAM-памяти.

Во время работы в режиме быстрой SRAM-памяти (время доступа менее 20 нс) память nvSRAM может сохранять (STORE) или считывать (RECALL) данные из энергонезависимых ячеек. Операции STORE и RECALL могут выполняться как по команде из программы пользователя, так и автоматически (режим AutoStore). В режиме AutoStore устройство nvSRAM автоматически переписывает содержимое ячейки памяти SRAM в ячейку энергонезависимой памяти в момент выключения питания за счёт запасённой энергии во внешнем конденсаторе. Затем, после подачи напряжения питания на устройство данные автоматически восстанавливаются из энергонезависимой ячейки хранения в SRAM-ячейку памяти без участия программы пользователя.

Энергонезависимые элементы памяти, также называемые «теневой» EEPROM, гарантируют сохранность данных в течение не менее 20 лет при максимальной рабочей температуре.

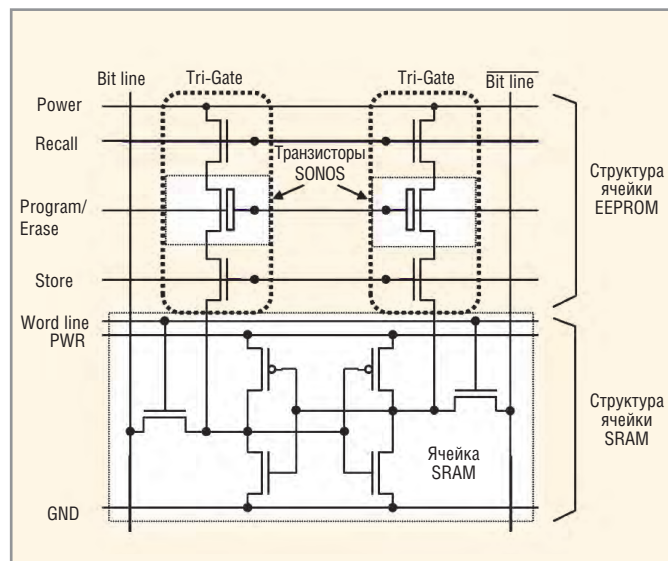


Рис. 1. Архитектура ячейки nvSRAM

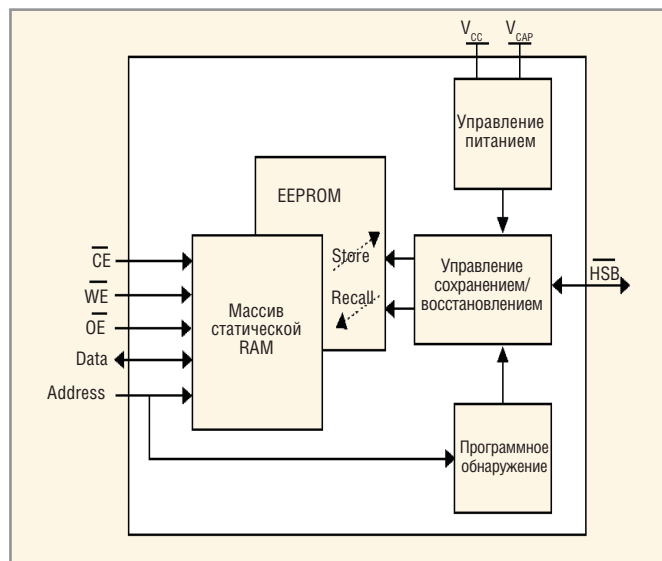


Рис. 2. Логическая схема параллельного интерфейса nvSRAM

АРХИТЕКТУРА ЯЧЕЙКИ nvSRAM

Память nvSRAM компании Cypress объединяет в себе стандартные КМОП-ячейки SRAM и ячейки EEPROM, выполненные по технологии SONOS для обеспечения быстрой работы в режиме чтения-записи и сохранности данных на протяжении не менее 20 лет. Каждая ячейка SRAM работает в паре со своей ячейкой EEPROM. Архитектура ячейки nvSRAM памяти показана на рисунке 1.

До тех пор, пока на прибор подается напряжение питания, он работает точно так же, как и обычная SRAM-память. Когда питание пропадает, содержимое каждой ячейки SRAM может автоматически сохраняться в присоединенной к ней ячейке энергонезависимой памяти. Энергонезависимые ячейки используют стандартную КМОП-технология, обеспечивающую высокую производительность для совместной работы со SRAM-памятью. Кроме того, технология SONOS обеспечивает высокую устойчивость и способность выдерживать до 1 миллиона циклов выполнения операции STORE.

ИНТЕРФЕЙС

Интерфейс связи для nvSRAM реализуется подобно интерфейсу связи с обычной высокоскоростной SRAM-памятью, но имеет несколько характерных выводов.

На рисунке 2 показана логическая схема параллельного интерфейса nvSRAM. Шины адреса, данных и управления аналогичны интерфейсу быстродействующей SRAM. Для обычных операций чтения-записи, обращение к памяти происходит так же, как к SRAM. Последовательные nvSRAM и асинхронный NAND интерфейс nvSRAM имеют те же логические блоки, что и у SRAM.

Блок управления питанием отслеживает изменения питающего напряжения (V_{CC}) для включения режима автосохранения. Блок программного обнаружения отслеживает последовательности чтения адреса при записи и восстановлении данных во всех режимах, и управляет включением/выключением режима автосохранения. Блок управления сохранением/восстановлением управляет включением операций сохранения или считывания данных, с возможностью аппаратного включе-

ния операции сохранения через вывод HSB. Программно операция автосохранения осуществляется через стандартный интерфейс SRAM.

Таким образом, для применения памяти nvSRAM вместо SRAM потребуются лишь незначительные аппаратные изменения. Единственным дополнительным компонентом, необходимым для реализации операции автосохранения является конденсатор, подключенный к выводу V_{CAP} , который при включении заряжается до напряжения питания. Накопленная энергия заряда этого конденсатора используется при переносе содержимого энергозависимой статической памяти в энергонезависимую область при выключении питания. Требуемая емкость конденсатора указывается в справочном листе для каждой конкретной микросхемы и обычно составляет около 60–100 мкФ.

На рисунке 3 показано подключение накопительного конденсатора (V_{CAP}) и смещающего резистора к выводу WE. Смещение необходимо для предотвращения случайной записи контроллером чтения-записи, поскольку при вос-

**МЫ РАСТИМ
БУДУЩЕЕ...**

**ЭЛЕКТРОННАЯ КОМПАНИЯ
Фаворит-ЭК**

Stäubli N NCOMATIC ИНТЕГРАЛ МИКРО ЭЛЕКТРОНИКИ МИПАНД АУСПЕКО Multi-Contact MC АМИТРОН ЭЛЕКТРОНИКС АЕДОН KBC системы TESLA ELECTRIC Great River Technology ChipStar RD ALFA APSELOS NESSCAP Microsemi UMS United Monolithic Semiconductors WAGO micross CYPRRESS CRANE INTERPOINT IOR HiRel XP EMCO TDK-Lambda Cvilux Group bulgin CRANE CRANE AEROSPACE & ELECTRONICS LITMAX LUMINEO RAYSTAR OLED Display Provider ana digm RDC WOLFspeed i-sft IEE HUMMEL MENTOR

**ЭЛЕКТРОННЫЕ
КОМПОНЕНТЫ**

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

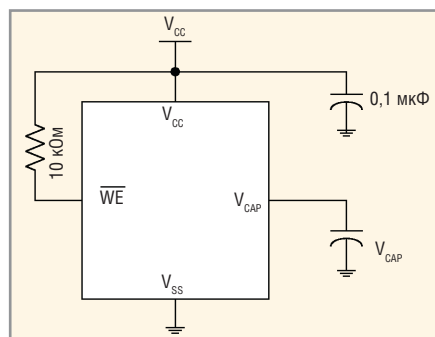


Рис. 3. Схема реализации режима автосохранения

становлении питания он готов к работе позже, чем nvSRAM.

ПРОЦЕСС ЭНЕРГОНЕЗАВИСИМОГО ХРАНЕНИЯ

В процессе энергонезависимого сохранения данные передаются параллельно из SRAM в энергонезависимые ячейки SONOS. Параллельная запись позволяет осуществлять эту операцию менее чем за 8 мс.

Режим nvSRAM STORE может быть осуществлён тремя способами:

1. Автоматически – начинается при отключении питания устройства.
2. Программно – из исполняемой программы;
3. Аппаратно – используется вывод HSB.

Во время перемещения данных в энергонезависимые элементы, предыдущая информация в них стирается и заменяется новой. После начала цикла сохранения все операции чтения-записи прекращаются до его завершения.

Сигнал на выводе HSB позволяет системе определять статус режима сохранения. При низком уровне на нём память nvSRAM будет недоступна. Для уменьшения числа ненужных сохранений аппаратное или автоматическое сохранение не выполняется, если после предыдущего цикла сохранения или восстановления не было хотя бы одной записи в память. Однако при программном запуске сохранение выполняется в любом случае.

АВТОСОХРАНЕНИЕ

В режиме автосохранения данные автоматически сохраняются в EEPROM при снижении напряжения питания ниже определённого уровня. До тех пор, пока питание поступает, конденсатор, подключённый к выводу V_{CAP} , заряжается. При достижении напряжением питания критического уровня начинается процесс авто-

сохранения. Энергии, накопленной в конденсаторе, хватает на один цикл сохранения.

АППАРАТНЫЙ ЗАПУСК СОХРАНЕНИЯ

Для аппаратного запуска сохранения используется вывод HSB. Когда внешний контроллер подаёт на этот вывод низкий логический уровень, после некоторой задержки начинается цикл сохранения. При этом сохранение начнётся только в случае, если после предыдущего цикла сохранения или восстановления была осуществлена запись в SRAM. Задержка позволяет закончить все текущие записи в память.

Вывод HSB является выходом с открытым стоком (через внутренний резистор 100 кОм подключён к шине питания) и при происходящем аппаратном или программном сохранении сигнализирует о статусе «занят» низким логическим уровнем. Низкий логический уровень на этом выводе поддерживается nvSRAM в течение любых сохранений независимо от того, как они инициированы, до окончания операции. nvSRAM остаётся недоступной до тех пор, пока на этом выводе не появится высокий логический уровень.

Если данный вывод не используется, его можно оставить не подключённым.

ПРОГРАММНЫЙ ЗАПУСК СОХРАНЕНИЯ

Данные из SRAM перемещаются в энергонезависимую память последовательно адрес за адресом. Программный цикл STORE инициализируется путём запуска контролируемых входами CE или OE последовательности циклов чтения из шести особых адресов в точно заданном порядке. В процессе сохранения в энергонезависимой памяти стираются данные, сохранённые в прежнем цикле, и заменяются новыми. Чтение и запись невозможны до окончания процесса сохранения.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДАННЫХ

Восстановление данных происходит путём их перемещения из EEPROM в SRAM по параллельной шине менее чем за 30 мс. Процесс восстановления может быть начат при включении питания или из программы пользователя.

При включении питания или выходе из состояния с низким энергопотреблением, когда напряжение питания превысит уровень переключения, начнётся процесс восстановления,

который продлится некоторое время. В течение этого времени на выводе HSB будет установлен низкий логический уровень, что сделает невозможным осуществление операций чтения-записи nvSRAM.

Программное восстановление инициируется таким же способом, как и программное сохранение, и осуществляется путём считывания специальной последовательности из шести адресных ячеек без доступа к адресам ячеек, находящимся между ними.

nvSRAM ВО ВРЕМЯ ОПЕРАЦИЙ В ЭНЕРГОНЕЗАВИСИМОМ РЕЖИМЕ

Во время исполнения операций сохранения и восстановления данных память nvSRAM недоступна для внешних устройств.

На входах игнорируются все логические уровни и их изменения, а выходы, за исключением вывода HSB, находятся в третьем логическом состоянии. Чтение и запись данных можно начинать только после завершения операции сохранения/восстановления. Низкий логический уровень на выводе HSB устанавливается внутренней схемой и сигнализирует о занятости nvSRAM.

Если вывод подключён к внешним элементам, то необходим внешний резистор между ним и шиной питания. Обычно достаточно резистора номиналом около 10 кОм.

ЗАЩИТА ОТ НЕПРЕДНАМЕРЕННОГО СОХРАНЕНИЯ

Память Cypress nvSRAMs имеет встроенные средства для предотвращения непреднамеренного запуска операции сохранения.

Когда напряжение питания снижается ниже уровня переключения, у nvSRAM становятся недоступны операции ввода-вывода и отменяются запущенные пользователем операции сохранения. Это гарантирует, что операции сохранения, инициированные программно или аппаратно, не начнутся, поскольку для их выполнения недостаточно питания. Кроме того, для операций сохранения, инициированных аппаратно или автоматически, требуется, чтобы после последнего сохранения была произведена хотя бы одна запись в SRAM.

Описанные средства гарантируют, что нестабильность питающего напряжения или помехи на линии вывода

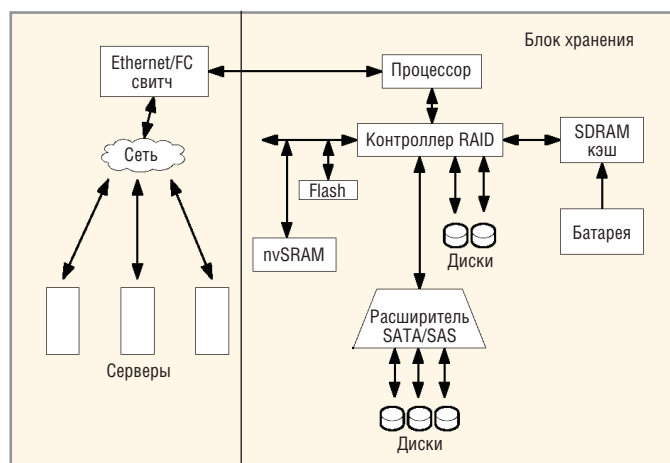


Рис. 4. Архитектура RAID-хранилища

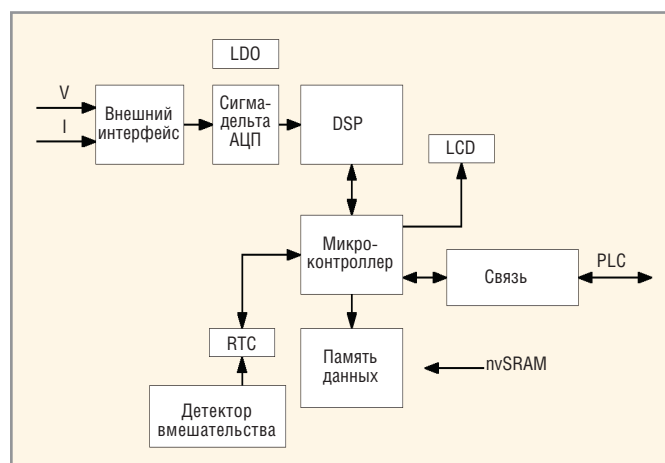


Рис. 5. Структурная схема «умного» счётчика электроэнергии

HSB не приведут к ненужным запускам операции сохранения.

Область применения CYPRESS nvSRAM

Cypress nvSRAM хорошо подходит для применения там, где требуются высокая скорость доступа и долговременная надёжность. Среди таких приложений можно отметить системы хранения данных в RAID-архивах (см. рис. 4), системы «умных» счётчиков электроэнергии (см. рис. 5), программируемые логические контроллеры, многофункциональные принтеры.

Заключение

Память nvSRAM с параллельным доступом сочетает в себе все досто-

инства быстрой памяти SRAMs с оригинальной технологией энерго-независимости, которая реализуется посредством встроенной флэш-памяти и небольшого внешнего конденсатора. Наряду с простотой и доступностью данное решение обеспечивает высокую надёжность хранения данных.

В архитектуре nvSRAM используются такие же шины данных, адреса и управления, что и в асинхронных SRAM. Благодаря этому применение памяти nvSRAM существенно упрощается. Для упрощения построения сложных систем некоторые микросхемы оснащены дополнительными встроенными функциями, например, часами реального времени.

Память Cypress nvSRAMs с последовательным доступом имеет стандартные I²C и SPI-интерфейсы, что позволяет применять её в высокоскоростных приложениях с малым числом контактов.

Cypress также предлагает асинхронный интерфейс NAND nvSRAM, соответствующий спецификации ONFI 1.0, со скоростью доступа к данным до 33 МГц.

Обзор подготовлен по материалам статьи Рави Пракаш (Ravi Prakash), инженера по применению компании Cypress Semiconductor Corp.

Литература

1. Nonvolatile SRAM (nvSRAM) Basics.
www.cypress.com/file/46216/download



Новости мира News of the World Новости мира

«Гознак» начал выпуск электронных полисов ОМС с чипом «Микрона»

1 мая ФГУП «Гознак» приступило к выпуску электронных полисов обязательного медицинского страхования (ОМС) с микросхемой производства ПАО «Микрон» (входит в отраслевой холдинг ОАО «РТИ») и российским программным обеспечением.

Используемый при изготовлении электронных полисов микрочип «Микрона» в начале года прошёл необходимую сертификацию и тестовые испытания, а в апреле Министерство промышленности и торговли РФ подтвердило соответствие микросхемы требованиям, предъявляемым к интегральным схемам российского производства первого уровня.

Микрочипы производства «Микрона» полностью разработаны в АО «НИИМЭ», соответствуют всем российским и международным требованиям к защите информации: аппарат-

ные и программные составляющие интегральных микросхем предусматривают поддержку многочисленных стандартов шифрования, имеют многоуровневую систему пассивной и активной защиты от несанкционированного чтения и модификации информации, зондирования внутренних компонентов и сигнальных линий. Их использование в государственных электронных документах обеспечивает надёжное хранение персональных данных и информационную безопасность граждан.

Как отметила генеральный директор ПАО «Микрон» Гульнара Хасьянова: «9 мая президент подписал указ о стратегии развития информационного общества в Российской Федерации, где импортозамещению и программному обеспечению, и оборудованию, в том числе элементной базе, уделяется большое внимание. Мне кажется, что реализация этого проекта – первая ласточка в реализации такой стратегии цифрового развития общества».

Благодаря применению электронных полисов ОМС с чипами «Микрона» улучшается процесс идентификации пациентов, существенно упрощается процедура смены страховой компании, а также обеспечивается сбор статистических данных, необходимых для оптимизации работы медицинских учреждений. Всё это способствует общему улучшению качества работы российской системы медицинского страхования.

Выдача электронного полиса ОМС населению началась 1 августа 2015 года в Москве и ряде других регионов. На микрочип электронного полиса занесена информация, помогающая идентифицировать пациента: фотография, паспортные данные, электронная подпись, название страховой компании. Использование микрочипов призвано защитить полисы от использования посторонними лицами и облегчить медицинским организациям доступ к информации о пациенте.

www.mikron.ru

Соединители с проволочными контактами: оптимальное решение задачи миниатюризации

Евгений Дугин (г. Карачев, Брянская область)

В статье описаны соединители российского производства, являющиеся оригинальным решением проблемы соединений в современных малогабаритных изделиях СВЧ-микроэлектроники с плотной компоновкой.

ВВЕДЕНИЕ

Миниатюризация современных электронных устройств, расширение их функциональных возможностей, повышение плотности монтажа потребовали значительного увеличения количества выводов и сокращения шага между ними. При этом к надёжности контактов предъявляются очень высокие требования, так как нарушение хотя бы одного из них приводит к выходу из строя всего устройства. Основные требования к таким контактам – минимально возможные усилия контактирования, высокая проводимость, низкое контактное сопротивление, минимальный шаг контактов, пропускание без искажения ВЧ- и СВЧ-сигналов, высокая надёжность, устойчивость к внешним воздействующим факторам (ВВФ) и приемлемая стоимость. Столь серьёзные требования привели к необходимости применения новых технологий изготовления электрических контактов.

В настоящее время известны несколько типов миниатюрных контактов, устанавливаемых в печатные платы без применения пайки [1]:

- полимерные контакты, наполненные металлическими частицами или металлическими проволочками и обеспечивающие электрическую проводимость за счёт контактирующих между собой частиц металла в полимерной матрице (концентрация частиц в полимере должна составлять 80–90%);

- штампованные металлические пружинки;
- кнопочные контакты из витой проволоки.

Проволочные контакты

Карачевский завод «Электродеталь» в рамках ОКР «Деталь-44» освоил технологию изготовления компрессионных проволочных контактов (см. рис. 1). Миниатюрный проволочный контакт изготовлен из произвольно скрученных тонких, покрытых золотом проволочек диаметром 50 мкм. Контакты могут иметь диаметр от 0,5 мм и длину от 1,4 мм. Данная технология может применяться в контактирующих устройствах компрессионного типа, в которых не требуется пайка соединений, а контактирование элементов происходит за счёт пружинящих свойств контактов.

В качестве материала проволочек используется бериллиевая бронза, так как она обладает наилучшими пружинящими свойствами при высоких температурах.

Во время прижатия таких контактов друг к другу в области контактирования возникает множество точек соприкосновения, что обеспечивает необходимые условия для передачи электрического сигнала. Контактное сопротивление зависит от усилия прижатия двух контактов. Сопротивление менее 70 мОм достигается уже при усилии менее 14,5 г на один кон-

такт. Однако для обеспечения надёжности контактов рекомендуется величина усилия 57 г.

Доступны четыре конфигурации миниатюрных проволочных контактов.

1. *Простой контакт* (см. рис. 2а) обеспечивает соприкосновение во многих точках. Он хорошо подходит для применений, где требуется высокая скорость соединения и высокая плотность расположения контактов (малый шаг между контактами). Контакты выпускаются с диаметром 0,5 и 1 мм. Первые можно располагать на плате с шагом 1 мм, вторые – с шагом 1,78 мм. Усилие сжатия при соединении контактов зависит от их количества на плате и её геометрии. Для контактов диаметром 0,5 и 1 мм типичные величины усилия сжатия составляют соответственно 71 и 113 г.

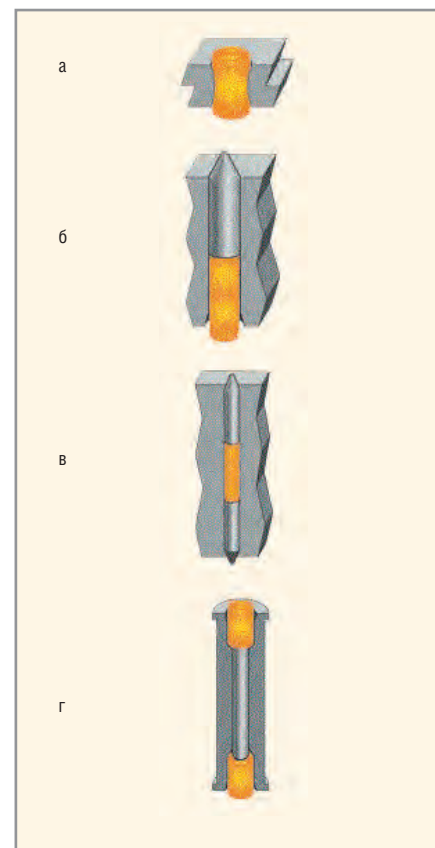


Рис. 2. Конфигурации проволочных контактов
а – простой контакт; б – контакт с одним плунжером; в – контакт с двумя плунжерами; г – два контакта со спейсером между ними



Рис. 1. Компрессионный проволочный контакт: а – на плате; б – в соединителях



Рис. 3. Многовыводные платы и контактирующие устройства с проволоочными контактами

2. Сочетание контакта с плунжером (см. рис. 2б) повышает износостойкость контактов и позволяет увеличить расстояние между соединяемыми платами. Плунжер изготавливается из латуни или медного сплава и покрыт золотом. Контакты с плунжером могут располагаться на плате с шагом 1,27 мм. Усилие сжатия составляет 71 г.
3. Сочетание контакта с двумя плунжерами (см. рис. 2в). Введение второго плунжера позволяет увеличить расстояние между параллельными платами (до 25,4 мм) и максимально повысить износостойкость контактов. Контакты с двумя плунжерами располагают на плате с шагом 1,27 мм. Усилие сжатия составляет 71 г.
4. Сочетание двух контактов со спейсером (см. рис. 2г) имеет все преимущества одиночного контакта и позволяет увеличить расстояние между соединяемыми платами до 25,4 мм, обеспечивая при этом надёжное соединение при вибрационных и ударных нагрузках. Спейсер изготавливается из латуни или медного сплава и покрыт золотом.

Применение контактов, плунжеров и спейсеров разных размеров позволяет создавать разнообразные конфигурации соединений плат в зависимости от требований к ним и от осевого расстояния между контактами [2].

ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА И СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОВОЛОЧНЫХ КОНТАКТОВ

Проволоочные контакты применяют для соединения между собой плат и для установки компонентов на платы, поверхность которых покрыта золотом по подслою никеля. Количество контактов на плате может достигать 7000. Стандартный шаг между контактами – не менее 1 мм. Разработаны многовыводные платы с шагом контактов 0,8 мм. Это позволило существенно уменьшить размеры плат.

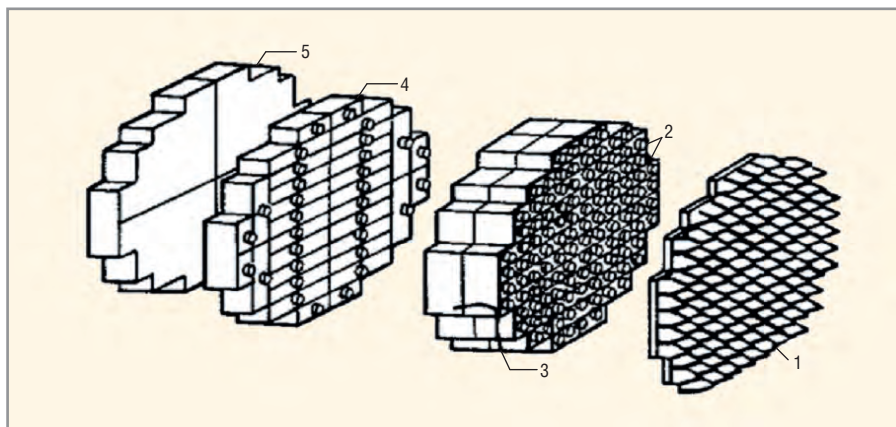


Рис. 4. Упрощённая конструкция АФАР

Высокая скорость передачи сигналов, компактность плат, удобство монтажа без применения процесса пайки и надёжность позволили применять платы LGA и другие многовыводные платы в компьютерах, телекоммуникационных устройствах и системах военного и аэрокосмического назначения. При этом отсутствуют трудности, обусловленные необходимостью низкотемпературной пайки, и значительно уменьшается стоимость плат и их монтажа в устройствах (см. рис. 3).

К основным преимуществам использования контактирующих устройств с проволоочными контактами можно отнести:

- высоконадёжное соединение за счёт многоточечной схемы контактирования без применения пайки;
- малые габариты как контактов, так и самого контактирующего устройства;
- диапазон рабочих частот до 12 ГГц;
- малое контактное сопротивление и высокая проводимость;
- работоспособность в жёстких условиях эксплуатации (высокие вибрации, ударные воздействия, резкие перепады температур);
- высокие эксплуатационные характеристики и износостойкость контактов.

Миниатюрные проволоочные контакты находят своё применение в спутниковых антеннах, средствах ПВО и РЭБ

различного базирования, ФАР и АФАР, в системах управления самолётов и вертолётов, в навигационных системах, бортовых компьютерах, гироскопах, в управляемых ракетах и снарядах малого диаметра. Кроме того, их используют для соединения между собой гибких и стандартных печатных плат [3].

Карачевский завод «Электродеталь» в рамках ОКР «Деталь-44» разработал два типа соединителей для применения в АФАР. Основными направлениями при построении АФАР являются увеличение количества приёмопередатчиков, плотности их компоновки и снижение стоимости изделия за счёт высокой интеграции приёмопередатчиков в едином модуле. В связи с этим наиболее сложной задачей при конструировании АФАР является решение проблемы теплоотвода от приёмопередатчиков и выбор высокочастотных соединителей для подключения приёмопередатчиков к антенным элементам и системе управления.

Упрощённая конструкция АФАР представлена на рисунке 4, где фиксированное количество антенных элементов (1) индивидуально подключается к соответствующему количеству приёмопередатчиков (2) – по одному приёмопередатчику на каждый антенный элемент. Для отвода тепла исполь-



Рис. 5. Конструкция соединителей типа СКП399



Рис. 6. Конструкция соединителей типа СВ402

Таблица 1. Технические характеристики РЧ комбинированного соединителя СКП399

Параметр	Данные
Рабочий ток сигнальных контактов (Ø0,5 мм)	0,5 А
Рабочий ток силовых контактов (Ø1,4 мм)	5,5 А
Максимальное значение напряжения	20 В
Максимальная частота	120 МГц
Сопротивление контактов	6 мОм
Сопротивление изоляции	1000 МОм
Количество циклов стыков/расстыковки	500
Синусоидальная вибрация	1–2000 Гц, амплитуда ускорения 200g
Механический удар многократного действия	1500g в течение 5 мс
Температурный диапазон	–60...+105°C
Относительная влажность	95% при +35°C
Соляной туман	Согласно ГОСТ РВ 20.57.416-98
Материал контактов	Проволока БРБ2 (Ø0,05 мм), покрытие – золото (толщина 1 мкм). Спейсер – БРБ2, покрытие – золото
Материал изолятора	Поликарбонат ПК-Л-СВ30

Таблица 2. Технические характеристики СВЧ-соединителя СВ402

Параметр	Данные
Предельная импульсная мощность	20 Вт
Средняя мощность	5 Вт
Диапазон рабочих частот	8–12 ГГц
Вносимые потери	0,15 дБ
Сопротивление контактов	2 мОм
Сопротивление изоляции	1000 МОм
Количество циклов стыков/расстыковки	500
Синусоидальная вибрация	1–2000 Гц, амплитуда ускорения 200g
Механический удар многократного действия	1500g в течение 5 мс
Температурный диапазон	–60...+105°C
Относительная влажность	95% при +35°C
Соляной туман	Согласно ГОСТ РВ 20.57.416-98
Материал контактов	Проволока БРБ2 (Ø0,05 мм), покрытие – золото (толщина 1 мкм)
Материал изолятора	Фторопласт 4МБ

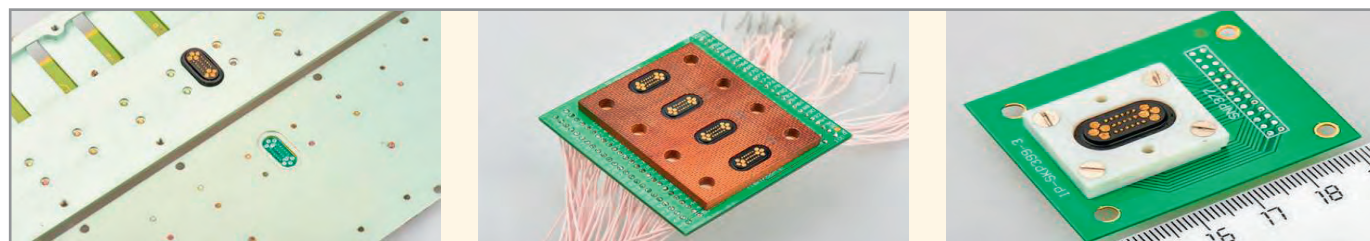


Рис. 7. Соединитель типа СКП399 в составе изделия

зуется система охлаждения (3). Система управления (4) подключается к тыльной части приёмопередающих модулей, с ней также связана и система охлаждения. За системой управления расположена система адаптивной обработки и формирования моноимпульсного сигнала (5). Коммутация высокочастотного тракта АФАР осуществляется посредством миниатюрных высокочастотных соединителей. К соединителям, применяемым в кон-

струкции АФАР, предъявляются следующие требования [4]:

- рабочая частота до 40 ГГц;
- малые габаритные размеры, возможность подключений при межосевом расстоянии между соединителями менее 4,8 мм;
- прочная конструкция, обеспечивающая вибрационные нагрузки не менее 10g и ударные нагрузки не менее 100g;
- возможность поверхностного монтажа на печатную плату;

- наличие золотого покрытия для обеспечения высоких экранирующих свойств.

В наибольшей степени перечисленным требованиям удовлетворяют соединители СКП399 (см. рис. 5) и СВ402 (см. рис. 6) с использованием проволочных контактов.

Данные компрессионные соединители позволяют обеспечить исключительную механическую устойчивость и стабильные электрические параметры при повышенных вибрационных

и ударных нагрузках. Радиочастотный соединитель СКП399 имеет диаметр контакта 0,5 и 1,4 мм. Разъём в составе изделия показан на рисунке 7.

Компрессионный СВЧ-соединитель СВ402 с 9 контактами диаметром 0,5 мм обеспечивает стабильные характеристики в диапазоне частот 8–12 ГГц. В своём составе разъём имеет особый витой контакт, обеспечивающий контактирование не менее чем в шести точках.

Технические характеристики соединителей СКП399 и СВ402 представлены в таблицах 1 и 2 соответственно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вопросы надёжности электрических соединений имеют важнейшее значение при создании систем военного и гражданского назначения. Рассмотренные в данной статье соединители могут найти применение в отечественных разработках АФАР, радаров, управляемых снарядов и ракет, систем телекоммуникации.

Российский производитель – АО «Карачевский завод «Электродеталь» изготавливает соединители и другие контактирующие устройства с использованием проволоочных кон-

тактов, в том числе и по индивидуальным техническим заданиям заказчиков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hult Robert. Unique Contact Designs Fit Niche Applications. ConnectorSupplier.com. July 15, 2013.
2. Джурицкий Кива. Соединители CIN:APSE: решение проблемы миниатюризации соединений. Компоненты и технологии. 2012. №5.
3. www.elektrodetal.com.
4. Ефремов В. Компонентная база для АФАР. Компоненты и технологии. 2014. №9. 

Новости мира News of the World Новости мира

Заседание Экспертного совета по развитию электронной и радиоэлектронной промышленности в Госдуме

Члены Экспертного совета при Комитете Госдумы по экономической политике, промышленности, инновационному развитию и предпринимательству обсудили изменения в государственную программу РФ «Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности на 2013–2025 годы».

Открывая заседание, глава Экспертного совета, первый зампред Комитета по экономической политике, промышленности, инновационному развитию и предпринимательству Владимир Гутенев напомнил, что президент России Владимир Путин недавно провёл серию «оборонных» совещаний, в ходе которых обсуждался проект Госпрограммы вооружений на 2018–2025 годы. «В том числе, рассматривалась одна из наших отраслевых тем: это проблема развития такой высокотехнологичной сферы, как микроэлектронная промышленность. Значение её для экономики, для обеспечения обороноспособности страны огромно», – отметил В. Гутенев.

Парламентарий подчеркнул, что с 2013 года действует Государственная программа по развитию электронной и радиоэлектронной промышленности. Она рассчитана до 2025 года: «Благодаря её реализации, в этой отрасли действительно наметились определённые позитивные сдвиги. С 2009 года отечественный рынок микроэлектроники вырос почти в три раза – до 150 млрд рублей, а объём экспорта гражданской продукции увеличился примерно в два раза. Вместе с тем на совещании Президент отметил, что в гражданском сегменте микроэлектроники отечественные производители занимают пока только 16% рынка. Это, конечно, мало. Доминируют, к сожалению, зарубежные производители. И в этом

есть очевидные риски. Так, определённые шаги некоторых наших иностранных партнёров в последнее время ставят под угрозу надёжность поставок комплектующих изделий и оборудования из-за рубежа. Поэтому задача усиления позиций отечественных производителей на отечественном рынке, укрепления научно-производственного потенциала микроэлектронной промышленности не теряет своей высокой актуальности».

«Президент страны подчеркнул, что усилия государства и бизнеса должны быть направлены на становление микроэлектроники как самостоятельного, самостоятельного коммерческого и привлекательного для инвестиций сектора российской экономики. Для этого, прежде всего, необходимо гарантировать спрос со стороны государства на поставки продукции микроэлектронной промышленности в банковский сектор, здравоохранение, транспорт, связь, а также для оборота регистрационных документов. То есть, по тем направлениям, где госорганы выступают регулятором и способны предъявить высокий спрос. Координация этого масштабного заказа должна осуществляться на уровне Правительства, в профильной Комиссии по использованию информационных технологий. При этом государственный заказ должен ориентироваться именно на отечественного производителя, от которого ожидается только самая лучшая продукция».

По словам депутата, для решения этой задачи, в первую очередь, требуется создать госзаказ на современное производство микрочипов и микроэлектроники отечественными компаниями. Сумма госзаказа к 2022 году составит порядка 105 млрд рублей. В частности, заказ будет касаться создания платёжной системы «Мир», где будут использоваться чипы российского производства компаний «Микрон» и «Ангстрем», электрон-

ных удостоверений личности, жетонов военнослужащих и меток на все лекарства.

«Современная Россия делает ставку именно на гражданскую микроэлектронику, где важно избавиться от западной зависимости. При этом её развитие способно «вытянуть» и военную составляющую. Одна только «оборонка» не способна «поднять на своих плечах» такую затратную отрасль, как микроэлектроника. Она не обеспечивает массовый выпуск, затрачивая средства на новые технологии. В тех же США «оборонка» в микроэлектронике занимает только 10%, а гражданская продукция – 90%. Поэтому ставка России на гражданскую микроэлектронику более чем оправдана. При большом объёме гражданского заказа отечественным предприятиям будет выгодно выполнять и более сложные военные заказы, – считает В. Гутенев. – Специалисты понимают, что ставить задачу полного импортозамещения в электронной промышленности, в частности микроэлектронике, бесполезно, поскольку просто невозможно. Реальней выделить направления развития и элементную базу, производство которой необходимо для государства, прежде всего, в критически важных отраслях, и ту [ЭКБ], которую можно закупать за рубежом».

Парламентарий проинформировал участников Экспертного совета о том, что по итогам работы предыдущего заседания было подготовлено и направлено в Минпромторг обращение, в котором поднимался вопрос о разработке мероприятий по субсидированию расходов на испытание электронной компонентной базы. В полученном ответе разъясняется, что в рамках существующей нормативной базы из федерального бюджета предусмотрено предоставление субсидии российским организациям на возмещение части затрат, в том числе расходов на испытание разрабатываемой продукции.

Государственная дума

Новости мира News of the World Новости мира

Первые компьютеры на базе микропроцессора «Эльбрус-8С»

Объединённый холдинг «Росэлектроника» (входит в Госкорпорацию Ростех) представил на конференции «ЦИПР 2017» в Иннополисе первые образцы персональных компьютеров и серверов на базе микропроцессоров «Эльбрус-8С». Новая техника имеет повышенную производительность и гарантирует пользователям высокий уровень защиты информации.

Восьмиядерный чип производится по технологии 28 нм. По сравнению с «Эльбрус-4С», пиковая производительность нового процессора выше в 3–5 раз, пропускная способность каналов ввода-вывода – в 8 раз.

«Это новое поколение отечественной вычислительной техники. Все этапы сборки осуществляются на наших производственных площадках и на предприятиях отечественных партнёров. Всё это гарантирует высокий уровень информационной безопасности оборудования, – комментирует заместитель генерального директора АО «Росэлектроника»

Арсений Брыкин. – Мы ожидаем, что первая опытная партия персональных компьютеров на основе нового процессора будет готова уже к концу 2-го квартала 2017 года».



Установочная партия 2- и 4-процессорных серверов на основе «Эльбрус-8С» будет выпущена к концу 2017 года. Новые серверы предназначены для обработки больших объёмов информации, в том числе в режиме реального времени.

Базовой операционной системой для «Эльбрус 801-PC» и серверов является ОС «Эльбрус». Она построена на основе ядра Linux и поддерживает множество приложений с открытым исходным кодом. Для платформы Эльбрус-8С предусмотрена система двоичной совместимости с бинарными кодами x86/x86-64. Также обеспечена возмож-

ность разработки прикладного ПО, тесты для самодиагностики аппаратуры.

В составе объединённой «Росэлектроники» разработку и внедрение программно-аппаратных платформ «Эльбрус» ведёт Институт электронных управляющих машин (ИНЭУМ) им. И.С. Брука.

Пресс-служба РОСТЕХ

SIM Technology Group Ltd не будут продолжать продажу SIMCom

Руководство SIMCom Wireless Solutions сообщает о том, что компания SIM Technology Group и u-blox выходят из сделки по приобретению SIMCom Wireless Solutions и передаче технологий.

SIMCom Wireless Solutions продолжает работу в обычном режиме. Оперативная деятельность компании, выпуск новых модулей и ценовая политика сохранятся и будут отражать миссию компании на рынке.

С официальным заявлением компании SIM Technology можно ознакомиться на сайте MT-Системс.

Бортовые корпуса формата ATR для высокопроизводительных вычислительных систем



- Рассеивающая способность до 175 Ватт на слот до 700 Ватт на корпус
- 3, 5, 7, 9 или 12 слотов для модулей с воздушным или кондуктивным охлаждением
- Объединительная панель (backplane) VPX, VME64, CompactPCI форматов 6U и 3U
- Стандартный формат ATR (Air Transport Rack) ARINC 404A
- Встроенные источники питания с различными вариантами входного напряжения
- 35 моделей корпусов с различными способами внешнего охлаждения
- Стандартная или заказная передняя панель с внешними разъемами
- 10 различных вариантов цвета корпуса с нанесением логотипа заказчика

www.avdsys.ru/atr

ООО "АВД Системы", тел: (916) 194-4271, email: avdsys@aha.ru

Реклама

ЭЛЕКТРОНИКА
КОМПОНЕНТЫ ОБОРУДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ

ChipEXPO-2017

31.10 – 02.11

15-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
РОССИЯ • МОСКВА • ЭКСПОЦЕНТР

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



МИНПРОМТОРГ
РОССИИ



Ростех

РОСАТОМ

Департамент радиоэлектронной промышленности
Министерства промышленности и торговли Российской Федерации
Государственная Дума Федерального собрания Российской Федерации

Департамент науки, промышленной политики и
предпринимательства города Москвы

Московская торгово-промышленная палата

ПК "Ростех"

ПК "Росатом"

www.chipexpo.ru

Применение инструментального усилителя для мостового включения двух мощных ОУ

Часть 3

Алексей Кузьминов (Москва)

В третьей части статьи приведены измеренные АЧХ пассивного тонкомпенсированного регулятора громкости с НЧ-коррекцией, использованного в усилителе. Подробно рассказано об источнике питания усилителя, в котором применены стабилизаторы напряжений, основанные на мощных полевых транзисторах и ОУ, оборудованные электронным фильтром и существенно подавляющие пульсации выпрямленного напряжения.

Процедура намотки большого количества витков на НЧ-катушки индуктивности значительно упрощается, если вместо колец использовать Ш-образные ферритовые сердечники. В этом случае намотка осуществляется на каркас, и затем с двух сторон устанавливаются два Ш-образных сердечника. Для этих целей подходят Ш-образные сердечники Ercos E13/7/4 (с размерами $13 \times 7 \times 4$ мм) из ферритового материала T46 с магнитной проницаемостью $\mu = 15000$, $AL = 3,6$ мкГн/вит² (B66305F0000X146) и соответствующий каркас EF-12.6. Индуктивность 1000 витков на этом сердечнике составляет $L = 3,6$ [мкГн/вит²] $\times 1000^2$ [вит²] = $= 3,6$ Гн. На каркасе было намотано 1050 витков провода ПЭЛ-0,1. После намотки и установки двух Ш-образных сердечников, стянутых между собой изолянтной, измеренная RLC-метром индуктивность составила 3,05–3,1 Гн (меньшее значение индуктивности получилось из-за неравномерности намот-

ки в несколько слоёв). Сопротивление обмотки составило около 50 Ом. Если измеренная индуктивность не соответствует расчётной величине 3 Гн, необходимо немного «подвигать» уже стянутые лентой сердечники друг относительно друга для исключения зазора между ними. Применение Ш-образных сердечников позволило на одной плате разместить регулятор громкости и НЧ-корректор (см. рис. 11).

Сдвоенный переменный резистор регулировки громкости RgA–RgB кабелем соединяется с разъёмом XRgO, представляющим собой двухрядные четырёхконтактные цанговые гнезда с шагом 2,54 мм (PBDM2*4). Сдвоенный переменный резистор НЧ-коррекции RcA–RcB (с дополнительными резисторами Rc1A и Rc1B) двумя кабелями соединяется с трёхконтактными цанговыми разъёмами XRcOA и XRcOB типа SIP-3.

В качестве входного кабеля использован экранированный кабель с дву-

мя трёхконтактными разъёмами на его концах: Xin (стерео «джек» 3,5 мм) и XKinR (SIP-3). Разъём XKinR кабеля подключается к входному разъёму XinR платы ТКРГ. Сам кабель пропущен через резиновую втулку, установленную на корпусе усилителя.

Два выходных экранированных кабеля подключаются к разъёму XoutR с помощью трёхконтактного цангового разъёма XKoutR типа SIP-3. На других концах каждого кабеля устанавливаются двухконтактные разъёмы XKprA и XKprB типа SIP-2, которые подключаются к входным разъёмам предварительного усилителя X2 и X5 (см. рис. 5 в [1]). Такие же два кабеля (входной и выходной) используются для подключения ТКРГ по схеме, показанной на рисунке 10 [2].

Остальные компоненты схемы, в связи с её простотой, в комментариях не нуждаются.

При всех достоинствах Ш-образных ферритовых сердечников необходимо отметить их малодоступность и высокую цену. Кроме того, для них требуется изготовление соответствующей оснастки для намотки. В то же время существуют малогабаритные кольца размером $16 \times 9,6 \times 6,3$ мм из материалов 3E6 (TX16/9.6/6.3-3E6, $\mu = 10000$, $AL = = 6,43$ мкГн/вит²) и 3E12 (TX16/9.6/6.3-3E12, $\mu = 12000$, $AL = 7,73$ мкГн/вит²) производства компании Ferroxcube, а также кольца Ercos T38 (B64290L0045X038, $\mu = 10000$, $AL = 6,43$ мкГн/вит²).

При намотке 700 витков на кольцо TX16/9.6/6.3-3E12 можно получить расчётное значение индуктивности $L = 7,73$ [мкГн/вит²] $\times 700^2$ [вит²] = $= 3,77$ Гн с заявленной производителем погрешностью 30%. На таком кольце было намотано 710 витков провода ПЭЛ-0,15. Измеренная индуктивность составила около 3–3,1 Гн, сопротивление обмотки оказалось равным 14 Ом. Схема ТКРГ на подобных кольцах не отличается от схемы, приведённой на рисунке 11.

При использовании ТКРГ с кольцами TX16/9.6/6.3-3E12 малое сопротивление R обмотки кольца (14 Ом) при-

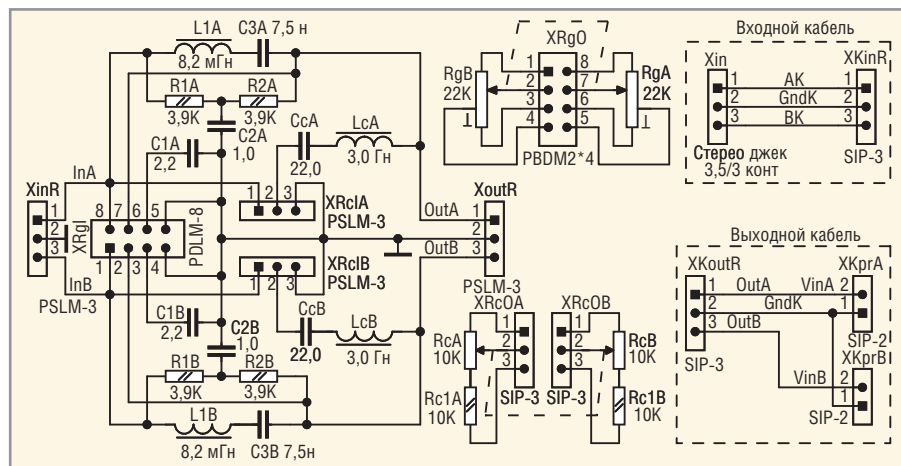


Рис. 11. Принципиальная схема двухканального ТКРГ с НЧ-катушками на Ш-образных ферритовых сердечниках E13/7/4 T46 и кольцах TX16/9.6/6.3-3E6

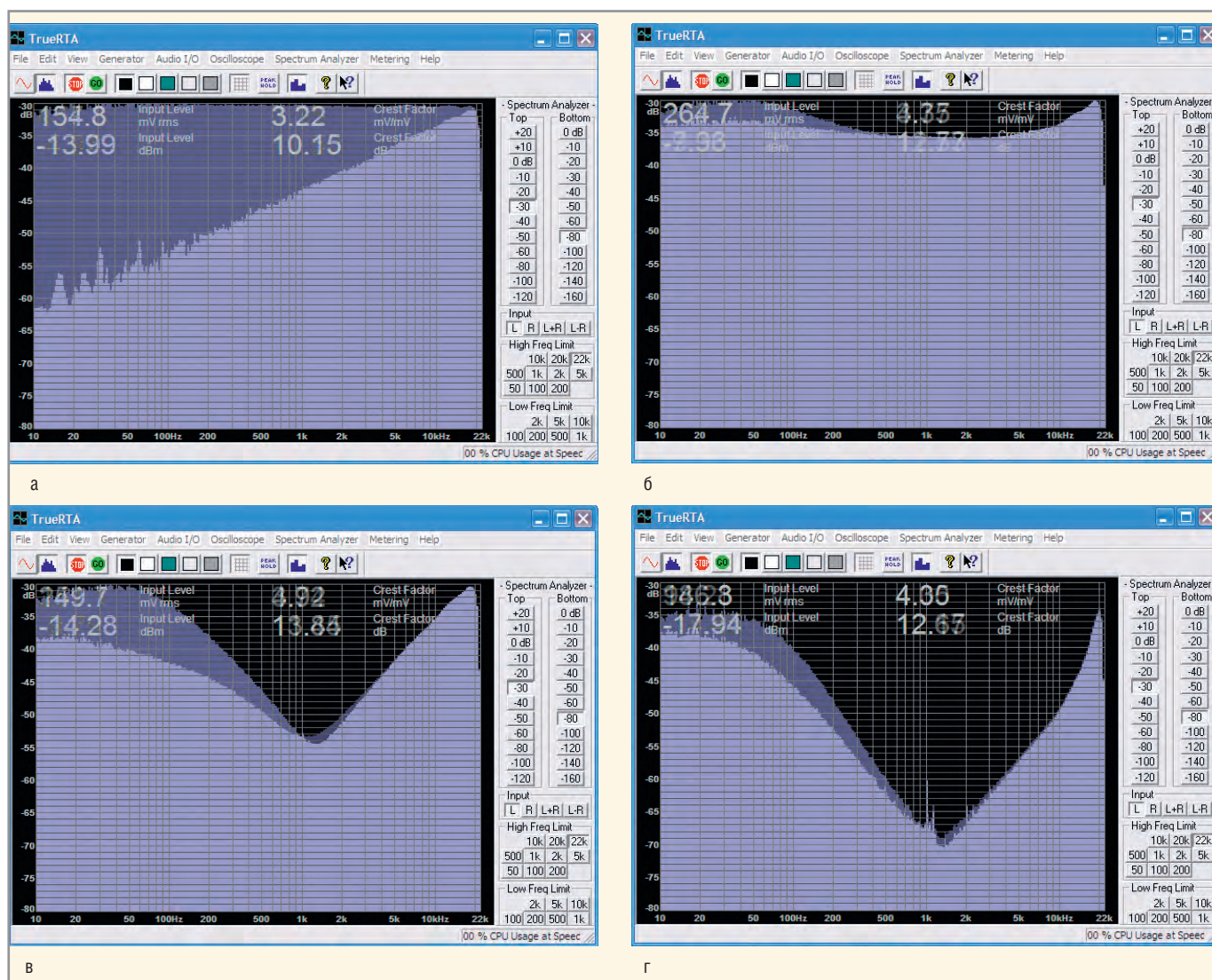


Рис. 12. Измеренные АЧХ ТКРГ: а – белый (непрозрачный) и розовый (прозрачный) шумы при максимальном положении регулятора громкости и любом положении регулятора НЧ-коррекции; б – 5/6 максимума положения регулятора громкости при минимальном (непрозрачный) и максимальном (прозрачный) положениях регулятора НЧ-коррекции (розовый шум); в – 1/2 максимума положения регулятора громкости при минимальном (непрозрачный) и 3/4 максимума (прозрачный) положениях регулятора НЧ-коррекции (розовый шум); г – 1/6 максимума положения регулятора громкости при минимальном (непрозрачный) и 3/4 максимума (прозрачный) положениях регулятора НЧ коррекции (розовый шум)

водит к тому, что если при включении усилителя резистор НЧ-коррекции (RcA–RcB, см. рис. 11) был установлен на максимум, то уровень низких частот будет существенно понижен (то есть НЧ-коррекция работать не будет). Этот факт можно объяснить относительно высокой добротностью Q резонансного контура с этим кольцом:

$$Q = \frac{\sqrt{L/C}}{R}$$

Для сравнения, сопротивление обмотки на кольце T2010CF199 составило 44 Ом, а сопротивление обмотки на Ш-образном сердечнике E13/7/4 – 50 Ом. При таких высоких сопротивлениях обмотки подобный эффект не возникал. Для решения описанной проблемы при использовании ТКРГ с кольцом TX16/9.6/6.3-3E12

можно либо перед включением усилителя резистор НЧ-коррекции устанавливать в среднее положение, либо последовательно с обмоткой установить резистор с номиналом 50–60 Ом. Данный резистор можно расположить между выводом ползунка и контактом 2 разъёмов XRcOA и XRcOB (см. рис. 11).

Намоточных работ для получения больших индуктивностей можно и вовсе избежать, если использовать первичную обмотку малогабаритных трансформаторов TOT-XX размером 15 × 14 × 15 мм или TM5-XX (16 × 17 × 22 мм). Например, индуктивность первичной обмотки трансформаторов TOT-18 составляет 2 Гн, омическое сопротивление – 624 Ом, TOT-27 (3,8 Гн, 880 Ом), TM5-38 (3,6 Гн, 560 Ом), TM5-40 (5,1 Гн, 680 Ом).

Все три варианта исполнения ТКРГ показали отличные результаты работы, о чём свидетельствуют измеренные АЧХ, приведённые далее.

Для получения АЧХ какого-либо устройства чаще всего применяется один из трёх способов.

Первый, достаточно точный, оперативный и наиболее затратный способ, – использование специализированного прибора, который снимает АЧХ и выводит результат на экран.

Второй, менее точный и менее затратный, однако требующий достаточно большого количества времени способ, – использование генератора и осциллографа. На генераторе выставляют необходимую частоту и амплитуду сигнала, подаваемого на вход устройства, а осциллографом измеряют амплитуду выходного сигнала.

Третий, наименее точный, зато наиболее оперативный и практически бесплатный способ, – использование звуковой карты компьютера и программы анализатора спектра в реальном времени (Real Time Analyser, RTA). Вместо генератора в этом случае используется специальный звуковой файл с записанным тестовым сигналом. Данный способ, ввиду его простоты и доступности, представляет большой практический интерес.

В качестве тестового сигнала чаще всего используется либо свип-сигнал – синусоида постоянной амплитуды с частотой, изменяющейся по определённому закону, в зависимости от частоты (в основном либо линейному, либо логарифмическому), либо различные шумы. В последнем случае это может быть либо псевдобелый шум, в котором амплитуды равномерно распределены по всему частотному диапазону, либо розовый шум, в котором амплитуды распределены обратно пропорционально частоте. Такое распределение амплитуд розового шума соответствует равномерному распределению мощности по всем частотам, а поскольку анализатор спектра показывает мощность сигнала на определённой частоте, то розовый шум на анализаторе представляет собой горизонтальную прямую линию. Белый шум на анализаторе выглядит как наклонная прямая линия, то есть с увеличением частоты амплитуды белого шума возрастают прямо пропорционально частоте (см. рис. 12а). Если используется 1/96–1/24 октавная шкала по частоте, то такой наклон (или крутизна подъёма) прямой белого шума соответствует 3 дБ/октава. Более подробно о тестовых сигналах и различного рода шумах рассказано в [3].

В качестве анализатора спектра автором использовалась бесплатно распространяемая программа TrueRTA и тестовые звуковые файлы белого и розового шума, предварительно записанные на телефон.

Сигнал с выходного разъёма телефона для наушников подавался на вход регулятора громкости, а сигнал с его выхода – на разъём микрофонного входа звуковой карты компьютера. На рисунке 12 приведены измеренные графики спектров.

График на рисунке 12а показывает, что белый шум непригоден для получения АЧХ подобных устройств, так как его спектр равномерно возрастает с увеличением частоты. Этот же гра-

фик демонстрирует, что розовый шум вполне подходит для получения АЧХ регулятора громкости, так как имеет равномерный спектр (почти горизонтальная прямая на уровне приблизительно –30 дБ).

Графики на рисунках 12б, 12в и 12г наглядно доказывают, что с помощью НЧ-коррекции можно существенно повысить уровень составляющих спектра в области НЧ и, таким образом, снять недостаток регулятора громкости [4], связанный с несоответствием его АЧХ линиям равной громкости (см. рис. 8 в [2]) в области самых низких частот. Кроме того, из этих графиков можно сделать два важных вывода. Во-первых, при НЧ-коррекции минимум кривой АЧХ приходится на 1,5 кГц (то есть он смещён вправо), что существенно ближе к кривым равной громкости, тогда как без НЧ-коррекции этот минимум составляет около 1 кГц. Во-вторых, можно заметить, что НЧ-коррекция абсолютно не влияет на уровни составляющих спектра в области СЧ и ВЧ.

Применение в подобном ТКРГ НЧ-коррекции в области самых низких частот позволяет несколько поднять АЧХ АС, у которых в этом диапазоне наблюдается существенный спад, и таким образом повысить комфортное восприятие звучания усилителя и АС.

ПИТАНИЕ УСИЛИТЕЛЯ

Для питания усилителя можно использовать стабилизированный источник питания (ИП) [5] ± 20 В с максимальным током 10 А, оснащённый электронным фильтром и защитой от превышения тока, способный отдавать мощность до 400 Вт [6]. Такой ИП был использован для питания мостового усилителя на базе LM3886 (см. рис. 6 в [2]).

Однако применение столь мощного ИП для питания мостового усилителя, во-первых, является избыточным, поскольку максимальная амплитуда выходного сигнала каждого из четырёх мощных ОУ не превышает 8 В, и, во-вторых, при питании мостового усилителя напряжением ± 20 В существенно увеличивается нагрев всего усилителя по сравнению с нагревом усилителя на базе LM4780, включённого по стандартной (не мостовой) схеме [5]. В связи с этим для питания мостового усилителя был использован менее мощный стабилизированный ИП с выходными напряжениями $\pm 12,5$ В.

В ИП применён менее мощный (250 Вт) и менее габаритный тороидальный трансформатор с двумя вторичными полуобмотками с действующим значением напряжения холостого хода по 12 В и выводом от средней точки. В качестве выпрямительных диодов были использованы диоды Шоттки IXIS DSA30I100PA с максимальным обратным напряжением 100 В и максимальным током 30 А. Можно также использовать недорогие диоды Шоттки MBR25100 с максимальным током 25 А и максимальным обратным напряжением 100 В. В отличие от двухвыводного диода DSA30I100PA MBR25100 представляет собой два диода с соединёнными катодами и имеет три вывода: два анода и объединённый катод. Падение напряжения на каждом диоде при токе 5 А (или на двух параллельно включённых при токе 10 А) составляет 0,5 В. Чуть меньшее падение напряжения при токе 10 А имеют диоды DSA30I100PA. В качестве сглаживающего фильтра по каждому из выпрямленных напряжений были установлены электролитические конденсаторы общей ёмкостью 32 000 мкФ (10 000 мкФ / 50 В + 22 000 мкФ / 50 В).

При стандартной конструкции трансформатора разница между напряжением холостого хода (12 В) и напряжением при максимальном токе нагрузки в 10 А составляет не более 10%, то есть 1,2 В. Другими словами, действующее значение выходного напряжения каждой из полуобмоток максимально нагруженного трансформатора составит $12 - 1,2 = 10,8$ В, а амплитудное – в $\sqrt{2}$ раз больше, то есть около 15,3 В. При выпрямлении этого напряжения, учитывая падение напряжения на диодах в 0,5 В, максимальное мгновенное выходное напряжение будет составлять $15,3 - 0,5 = 14,8$ В. Максимальный размах пульсаций при указанной ёмкости сглаживающих конденсаторов составляет около 1,25 В, поэтому минимальное мгновенное значение выходного напряжения не опустится ниже $14,8 - 1,25 = 13,55$ В. Это значение будет использовано в дальнейшем.

Для отвода тепла от выпрямительных диодов каждый из них был укреплен на небольшом радиаторе, расположенном в корпусе ИП, а для отвода тепла от стабилизаторов использован радиатор с достаточно большой площадью поверхности, на котором были укреплены стабилизаторы с изолирующими керамическими прокладками с

использованием теплопроводной пасты КПТ-8.

В качестве стабилизаторов по каждому из напряжений (+12,5 и -12,5 В) были использованы фильтры-стабилизаторы, схемы которых приведены на рисунке 13. Эти фильтры-стабилизаторы оснащены электронными фильтрами, подавляющими пульсации выпрямленного напряжения, размах которых составляет около 1,25 В, приблизительно в 25 раз (до 0,05 В), и собственно стабилизаторами с выходными напряжениями $\pm 12,5$ В, имеющими максимальный размах пульсаций не более 1 мВ при токе 9 А. Для упрощения и снижения стоимости из схемы был исключён узел защиты от превышения тока, что позволило сэкономить один ОУ. Этот узел требуется только при отладке усилителя, а при его штатной работе не является необходимым. Кроме того, вместо источника опорного напряжения (ИОН) на базе стабилитрона и ОУ [5, 6] применён ИОН на базе стабилитрона (VD2) и полевого транзистора с р-п-переходом (Т3). Стабильность такого ИОН (коэффициент стабилизации более 10 000) не хуже, чем у первого [7]. Это позволило избавиться ещё от одного ОУ. В результате, в фильтрах-стабилизаторах применены достаточно распространённые и широкодоступные двухканальные ОУ TCA0372 и MC33072 в корпусе DIP8, стоимость которых на порядок меньше, чем четырёхканального ОУ ADA4096-4, используемого в [6].

ОУ питаются выходным напряжением ещё одного RC-фильтра, вход которого подключён к входному напряжению. Такое питание ОУ имеет ряд преимуществ по сравнению с вариантом, когда питание берётся с выхода электронного фильтра. Во-первых, отпадает необходимость в установке нагрузочного резистора (около 330 Ом), определяющего начальный ток стабилизатора [6], то есть стабилизаторы могут работать при нулевом токе нагрузки. Во-вторых, такое питание полностью исключило склонность фильтров-стабилизаторов к самовозбуждению. И в-третьих, при включении питания запуск стабилизаторов устойчив, то есть они надёжно и плавно переходят в штатный режим работы.

Другое отличие новых стабилизаторов заключается в применении транзисторов с более близкими параметрами: вместо IRF4905 используется STP80PF55 (крутизна $S = 32$ А/В, сопротивление сток-исток в открытом состоянии

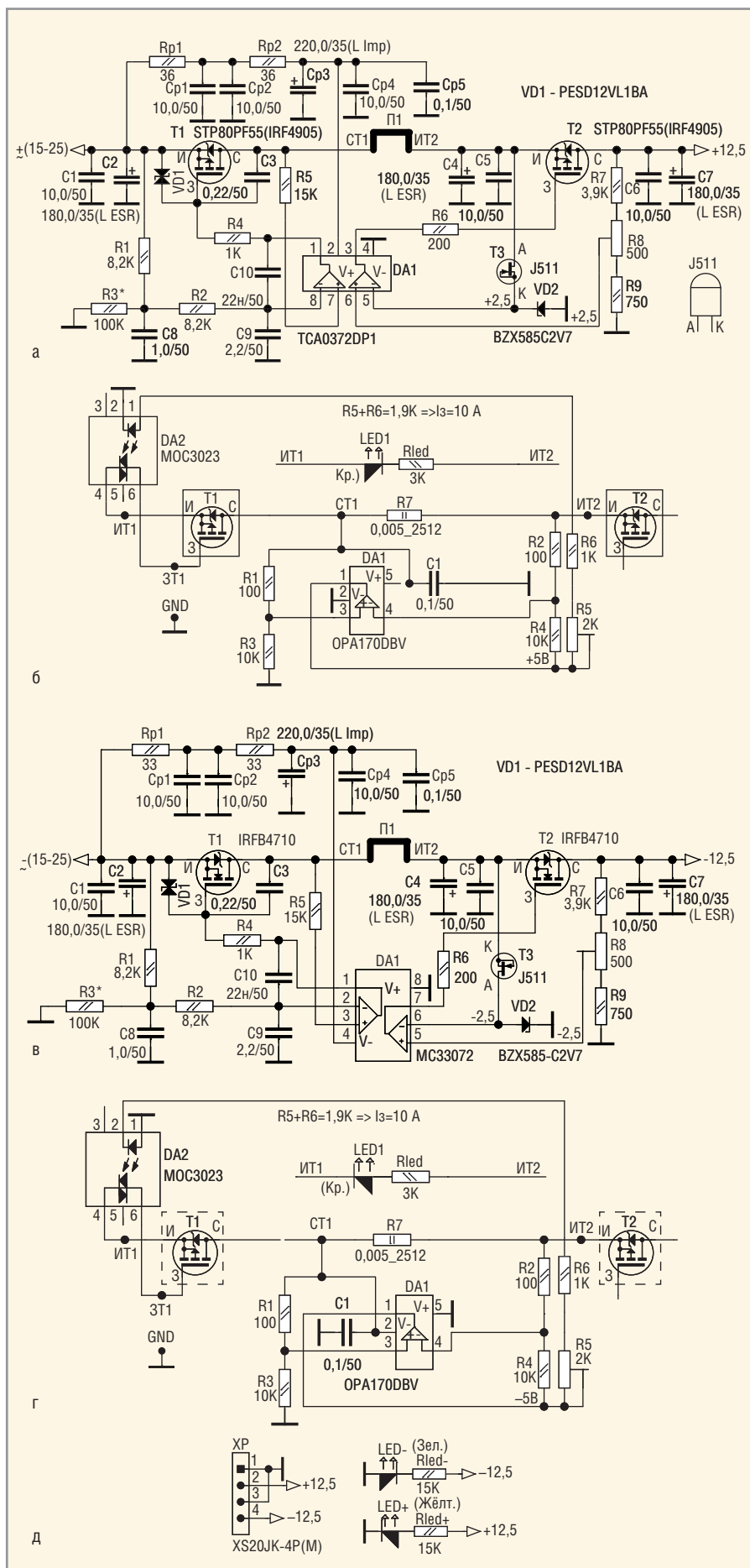


Рис. 13. Принципиальные схемы стабилизаторов: а – стабилизатор +12,5 В; б – схема защиты стабилизатора +12,5 В; в – стабилизатор -12,5 В; г – схема защиты стабилизатора -12,5 В; д – выходной разъём ИП с индикаторными светодиодами

$R_{DS(on)} = 16 \text{ мОм}$), а вместо IRF1405 – IRFB4710 ($S = 35 \text{ А/В}$, $R_{DS(on)} = 14 \text{ мОм}$). Это существенно повысило идентичность свойств фильтров-стабилизаторов положительного и отрицательного напряжений. Вместо пары транзисторов STP80PF55/IRFB4710 можно также использовать пару SUP90P06/STP120NF10 с более чем вдвое увеличенной крутизной S и со сниженным в два раза сопротивлением сток–исток в открытом состоянии ($R_{DS(on)} = 10 \text{ мОм}$). Эта пара показала такой же результат работы, за исключением минимального падения напряжения собственно стабилизаторов, которое при токе 10 А составило 0,1 В, то есть в два раза ниже, чем STP80PF55/IRFB4710. Кроме того, максимальное напряжение сток–исток у SUP90P06 составляет 60 В (против 55 В у STP80PF55).

Рассмотрим схему фильтра-стабилизатора положительного напряжения +12,5 В (см. рис. 13а). Электронный фильтр построен на мощном полевом транзисторе STP80PF55 (Т1) и первом ОУ DA1 (левый на схеме). RC-фильтр из двух последовательно включённых RC-цепочек R1C8 и R2C9, соединённых с инвертирующим входом первого ОУ (8 вывод DA1), подавляет пульсации выпрямленного напряжения приблизительно в 60 раз (36 дБ). Постоянная составляющая выходного напряжения этого фильтра снижена приблизительно на 0,6 В (по сравнению со средним входным напряжением) благодаря резистору R3*, который совместно с R1 образует делитель напряжения. Эта постоянная составляющая равна среднему входному напряжению за вычетом максимальной амплитуды пульсаций. К неинвертирующему входу ОУ подключено выходное напряжение фильтра (сток Т1). Резистор R5 служит для сохранения баланса токов двух входов ОУ, что существенно снижает его напряжение сдвига. Этот ОУ сравнивает выходное напряжение фильтра (сток Т1) с выходным напряжением фильтра из двух RC-цепочек и своим выходным напряжением (первый вывод) воздействует на затвор Т1 таким образом, чтобы выходное напряжение фильтра (сток Т1) равнялось выходному напряжению фильтра из двух RC-цепочек. Резистор R4 служит для ограничения тока ОУ. Стабилитрон VD1 служит для защиты затвора Т1 от перенапряжения в момент включения.

DA1 питается выходным напряжением второго RC-фильтра, составлен-

ного из двух RC-цепочек: Rp1Cp1Cp2 и Rp2Cp3Cp4Cp5. Этот фильтр подавляет пульсации входного напряжения приблизительно в 10 раз. Благодаря такому решению напряжение питания DA1 повышено, что позволяет с большей надёжностью управлять затворами Т1 и Т2, особенно при малых токах нагрузки.

Транзисторы в фильтрах-стабилизаторах включены нестандартным образом: исток подключён к входному напряжению, а со стока снимается выходное напряжение. Кроме того, транзисторы Т1 и Т2 (STP80PF55) – р-канальные. Для включения транзисторов по схеме, показанной на рисунке 13а, на их затвор требуется подать напряжение ниже входного напряжения на 3–5 В, с чем легко справляется любой ОУ. Таким образом, проблем с включением транзисторов в данной схеме не возникает. Они возникают при выключении транзисторов, для чего на их затвор требуется подать напряжение, близкое к напряжению питания ОУ. Как известно, в стандартном (не Rail-Out) ОУ выходное напряжение ниже напряжения питания, как минимум, на 0,5–1,5 В в зависимости от тока нагрузки. Поэтому, если, например, питать ОУ от выходного напряжения фильтра (то есть от стока Т1), которое ниже входного (то есть истока), как минимум, на 1 В, то при отсутствии нагрузки для закрытия транзистора (или его прикрытия) выходного напряжения ОУ может не хватить, в результате чего возникает генерация частотой около 300–500 Гц, избавиться от которой невозможно. Если подключить к выходу фильтра-стабилизатора нагрузку 200–300 Ом, при которой транзистор нужно немного приоткрыть, то есть подать на затвор напряжение ниже его значения при отсутствии нагрузки, то ОУ уже способен выдать это напряжение. Однако, поскольку ОУ и транзистор Т1 оказываются включёнными в один и тот же контур положительной обратной связи, такое включение приводит к возникновению ещё одной паразитной генерации частотой несколько кГц. Для подавления этой генерации к выходу транзистора (неважно, для чего он предназначен – для фильтра или стабилизатора) необходимо подключить конденсатор достаточно большой ёмкости, номиналом 1500–2000 мкФ.

При питании ОУ непосредственно от входного напряжения, которое выше

выходного (сток Т1) на 1–1,5 В, оба описанных эффекта исчезают, то есть ни нагрузочный резистор, ни конденсатор большой ёмкости не требуется. Однако в этом случае может возникнуть парадоксальная ситуация. При включении питания, из-за того, что конденсатор C3, необходимый для подавления паразитных генераций, разряжен, начальное напряжение между затвором и истоком Т1 отсутствует, в результате чего транзистор оказывается закрытым. Поскольку при включении устройства питание на ОУ поступает с его входа (исток Т1), ОУ сразу же начинает работать и сравнивает выходное напряжение фильтра с выходным напряжением фильтра из двух RC-цепочек R1C8–R2C9. Поскольку оба эти напряжения нулевые, ОУ стремится сохранить это состояние, подавая на Т1 соответствующий высокий потенциал, в результате чего транзистор так и остаётся закрытым, то есть фильтр-стабилизатор не запускается. Если же питание ОУ берётся с выхода фильтра из двух RC-цепочек Rp1Cp1Cp2 и Rp2Cp3Cp4Cp5, имеющего постоянную времени τ около 0,01 с, то ОУ получает полноценное питание только спустя это время. Пока питание на ОУ отсутствует, его выходное напряжение, подаваемое на затвор Т1, – нулевое, в результате чего транзистор открывается. Спустя время τ ОУ уже работает в штатном режиме и, сравнивая напряжение стока Т1 с выходным напряжением фильтра R1C8–R2C9, выдаёт необходимое напряжение на затвор Т1. Таким образом, как при отсутствии нагрузки, так и при её наличии, выходное напряжение фильтра-стабилизатора при включении и затем в штатном режиме соответствует норме. Другими словами, фильтр-стабилизатор надёжно, устойчиво и, главное, достаточно плавно запускается. Кроме того, при работе в штатном режиме в фильтре-стабилизаторе полностью отсутствуют какие-либо паразитные генерации, что позволяет избежать применения конденсаторов высокой ёмкости на выходах.

Второй ОУ (правый на схеме на рисунке 13а) сравнивает выходное напряжение стабилизатора на Т2, взятого с движка резистора R8, входящего в состав делителя R7, R8, R9, с выходным напряжением ИОН, состоящего из Т3 и VD2, и оказывает своим выходным напряжением (четвёртый вывод DA1) необходимое воздействие на затвор Т2. Конденсаторы C1–C7 и C10 дополни-

тельно снижают уровень пульсаций выходного напряжения фильтра-стабилизатора.

На схеме показана технологическая перемычка П1, соединяющая сток Т1 (точка СТ1) с истоком Т2 (ИТ2). Эта перемычка представляет собой медный лужёный одножильный провод диаметром 0,8–0,9 мм во фторопластовой трубке и припаивается непосредственно к соответствующим выводам транзисторов.

При изменении тока от 0 (отсутствие нагрузки) до 9 А выходное напряжение фильтров-стабилизаторов изменяется менее чем на 0,01 В. Сопротивление открытого канала транзисторов Т1 и Т2 составляет не более 20 мОм, что при токе 10 А создаёт падение напряжения 0,2 В. Кроме того, при максимальном токе амплитуда пульсаций на входе фильтра составляет около 0,6 В, поэтому его выходное напряжение снижено на 0,6 В по сравнению со средним входным напряжением. Учитывая общую сумму падений напряжения на двух транзисторах (0,4 В) и снижение напряжения на 0,6 В на фильтре, составляющую около 1 В, при выходном напряжении фильтра-стабилизатора 12,5 В, входное напряжение не должно опускаться ниже $12,5 + 1 = 13,5$ В. Необходимо также учитывать падение напряжения и от температуры, которое составляет около 0,1 В при изменении температуры от +25 до +50°C при токе 9 А. Поэтому выходное напряжение стабилизатора на Т2 желательно выставить на уровне +12,6 В. Таким образом, для надёжной работы фильтров-стабилизаторов входное напряжение не должно опускаться ниже 13,5 В. Реальные измерения подтвердили, что устройство устойчиво и надёжно работает при минимальном значении входного напряжения в 13,5 В при токе нагрузки 9 А. Для охлаждения транзисторов желательно использовать радиатор, площадь поверхности которого составляет не менее 400 мм².

Хотя, как уже отмечалось, узел защиты стабилизаторов от превышения тока (в том числе и от тока короткого замыкания) можно считать избыточным. В некоторых ситуациях наличие такого узла может быть продиктовано различными условиями. В этом случае может быть использована достаточно простая схема защиты (см. рис. 13б). В схеме применён недорогой одноканальный Rail-to-Rail ОУ ОРА170 (DA1) в миниатюрном корпусе SOT23-5. В качестве

измерителя тока используется шунт, представляющий собой SMD-резистор R7 размером 2512 номиналом 5 мОм и мощностью 2 Вт. Оптранный симистор МОС3023 (DA2) с максимальным током срабатывания 5 мА используется в качестве порогового устройства. Подобная схема использовалась в [6] с другим типом ОУ и показала хороший результат, поэтому и применена в настоящем устройстве.

Схема работает следующим образом. Дифференциальный усилитель на DA1 с коэффициентом усиления 100 (отношение резисторов $R4/R2 = R3/R1$) измеряет падение напряжения на выводах шунта, которое при токе 10 А составляет 50 мВ. Выходное напряжение ОУ, таким образом, составляет $50 \text{ мВ} \times 100 = 5 \text{ В}$. Это напряжение через резисторы R5 и R6 попадает на анод светодиода DA2, который загорается при токе светодиода около 5 мА и включает оптранный симистор, замыкающий затвор Т1 с его истоком. Транзистор Т1 запирается, выходное напряжение стабилизатора +12,5 В падает почти до нуля (несколько мВ), и ток нагрузки становится почти нулевым. Одновременно загорается светодиод LED1 красного свечения (Rled – его токоограничительный резистор), а светодиод жёлтого свечения, сигнализирующий о наличии выходного напряжения +12,5 В (LED+ на рисунке 13д), гаснет. Поскольку симистор представляет собой триггерное устройство, то при пропадании тока нагрузки симистор остаётся включённым, и единственным способом запуска стабилизатора является выключение ИП и его повторное включение. При повторном включении (по истечении времени разряда электролитических конденсаторов выпрямителя) ИП будет вновь работоспособен. Время разряда конденсаторов составляет несколько минут, поэтому для принудительного ускоренного их разряда до нескольких секунд можно предусмотреть две кнопки с последовательно включёнными резисторами 40–50 Ом, через которые будет происходить разряд. Эти кнопки можно установить на задней стенке корпуса.

На схемах, приведённых на рисунках 13б и 13г, транзисторы Т1 и Т2 показаны условно в пунктирных прямоугольниках. На самом деле их там нет, а в схеме точками указаны лишь их выводы, которые соединяются проводами со стабилизатором (см. рис. 13а).

Это затвор, сток и исток Т1 (ЗТ1, СТ1 и ИТ1) и исток Т2 (ИТ2). Кроме того, «земля» также берётся со стабилизатора. Три сигнала СТ1, ИТ1 и ИТ2 являются силовыми и соединяются с платой стабилизатора одножильными медными проводами диаметром 0,8–0,9 мм. «Земля» соединяется одножильным проводом диаметром 0,5 мм, а затвор – проводом МГТФ-0,1. В этом случае перемычка П1 снимается. Переменный резистор R5 предназначен для настройки требуемого значения порогового тока. При сумме сопротивлений резисторов $R5 + R6 = 1,9 \text{ кОм}$ пороговое значение тока срабатывания защиты составляет 10 А. Причём, при токе 9 А защита надёжно не срабатывает.

Следует отметить, что в схеме УМЗЧ на базе четырёх LM3886 (см. рис. 6 в [2]) к питанию каждого из них (положительному и отрицательному) подключены конденсаторы общей ёмкостью 720 мкФ. Кроме того, в схеме стабилизатора (см. рис. 13а) также имеется два конденсатора по 180 мкФ (C4 и C7) общей ёмкостью 360 мкФ. Таким образом, суммарная ёмкость конденсаторов, которые будут при включении заряжаться от стабилизатора, составляет около 1000 мкФ. Такая ёмкость при заряде потребляет значительный ток, что может привести к ложному срабатыванию защиты. Это зависит от мощности трансформатора, ёмкости сглаживающих конденсаторов и других непредсказуемых факторов. В этом случае, регулируя резистор R5 (см. рис. 13б), можно немного повысить порог срабатывания защиты.

Проверка работы схемы показала хорошую повторяемость включения защиты при максимальном пороговом токе.

Схема фильтра-стабилизатора отрицательного напряжения (см. рис. 13в) отличается от схемы фильтра-стабилизатора положительного напряжения другим типом проводимости (n) мощных транзисторов Т1 и Т2 (IRFB4710), противоположной полярностью включения Т3, VD2 и электролитических конденсаторов, а также другим типом ОУ DA1 (MC33072). Схема защиты от превышения тока для стабилизатора отрицательной полярности (см. рис. 13г) отличается от схемы, приведённой на рисунке 13б противоположной полярностью включения светодиода оптрона и сигнального диода LED1, а также иным способом включения питания ОУ (пятый вывод V+ зазем-

лён, а отрицательное напряжение питания подаётся на второй вывод V–).

Хотя фильтр-стабилизатор отрицательного напряжения устойчиво и надёжно запускается при питании ОУ от входного напряжения, применение фильтра из двух RC-цепочек $R_{p1}C_{p1}C_{p2}$ и $R_{p2}C_{p3}C_{p4}C_{p5}$ для питания ОУ полностью устраняет склонность устройства к самовозбуждению и обеспечивает его плавный запуск.

При токе нагрузки 9 А размах пульсаций выходного напряжения составляет менее 1 мВ (против 1 мВ у фильтра-стабилизатора положительного напряжения). Измерение размаха пульсаций проводилось с помощью осциллографа непосредственно на стоке T2.

Для индикации наличия напряжений +12,5 и –12,5 В используются светодиоды, соответственно, жёлтого и зелёного свечения (LED+ и LED–) со своими токоограничительными резисторами (Rled+ и Rled–), а сами напряжения фильтров-ста-

билизаторов подаются на выходной разъём XP типа XS20JK-4P(M) с максимальным током 25 А на контакт (см. рис. 13д).

В четвёртой, заключительной части статьи будут приведены рисунки разводки плат для всех устройств, использованных в усилителе, и рассказано о процедуре настройки усилителя и результатах его испытаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьминов А. Применение инструментального усилителя для мостового включения двух мощных ОУ. Современная электроника. 2017. № 4.
2. Кузьминов А. Применение инструментального усилителя для мостового включения двух мощных ОУ. Современная электроника. 2017. № 5.
3. Елютин А., Ефремов Н. Let's Test! Автозвук. 2002. № 7.
4. Демченко Б. Тонкомпенсированный регулятор громкости с переменным резистором без отводов. Радио. 2015. № 12.

5. Кузьминов А. Применение инструментального усилителя в усилителе низкой частоты. Современная электроника. 2016. № 6.
6. Кузьминов А. Активный фильтр на мощном полевом транзисторе и ОУ с защитой от превышения тока. Современная электроника. 2016. № 3.
7. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. Мир. 1982.
8. Кузьминов А. Использование мощных полевых транзисторов и операционных усилителей в регуляторах и стабилизаторах напряжения. Современная электроника. 2012. № 7.
9. Кузьминов А. Сверхминиатюрные изолированные DC/DC-преобразователи со стабилизированным выходом и ультранизким уровнем пульсаций. Современная электроника. 2012. № 8.
10. Кузьминов А. Импульсный ИП со стабилизированным выходом и низким уровнем пульсаций. Часть 3. Современная электроника. 2015. № 5.



Новости мира News of the World Новости мира

Искусственный разум приближает к реальности

В Маунтин-Вью (США, штат Калифорния) прошла ежегодная конференция для разработчиков Google I/O 2017. Главными темами стали виртуальная реальность и искусственный интеллект.

Компания усовершенствовала голосового помощника Google Assistant, который был представлен год назад. Теперь «ассистента» снабдили новой функцией Lens, позволяющей с помощью технологий искусственного интеллекта распознавать объекты и давать подсказки по ним. Например, при наведении телефона на ресторан голосовой помощник сообщит о его рейтинге, отзывах и других характеристиках, при наведении на текст на незнакомом языке – осуществляется перевод, а при наведении на афишу концерта – выводится информация об исполнителе и стиле музыки.

Google Assistant будет доступен не только на Android, но и для iPhone и iPad. Там голосовой помощник будет специальным приложением.

Новые функции, основанные на применении искусственного интеллекта, появились и в сервисе Google Photo. Теперь он может определить людей на фотографии, а также отметить информацию о времени и месте съёмки.

Усовершенствования коснулись и другого представленного в 2016 году продукта – систе-

мы для умного дома Google Home. Одна из новых функций – возможность совершать звонки с помощью колонки Google Home. Кроме того, система сможет по голосам распознавать разных пользователей. Ещё одна новая возможность – так называемая упреждающая помощь. Теперь Google Home сможет сообщать пользователям о событиях, которые могут повлиять на их график. Например, о пробках на дорогах, изменении расписания транспорта или прогнозе погоды.

Рынок голосовых помощников достигнет к 2020 году \$3 млрд, основными игроками на этом рынке являются Amazon, Google и Apple. Согласно исследованию британских компаний J. Walter Thompson Innovation Group London и Mindshare Futures, посвящённому использованию голосовых технологий, в общей сложности 37% опрошенных пользуются голосовыми помощниками хотя бы раз в месяц. По данным авторов исследования, 20% всех запросов на Android в США были голосовыми.

На конференции было объявлено о том, что HTC и Lenovo в ближайшее время выпустят гарнитуру виртуальной реальности на основе технологий Google. Для использования гарнитуры не нужен будет смартфон, она станет полностью автономным устройством. Эти разработки ведутся на основе представленной ещё в прошлом году платформы виртуальной реальности Daydream.

Google также официально представила новую версию ОС Android – Android O (это рабочее название). Разработчики утверждают, что наибольшее внимание в этот раз они уделили «жизненно важным» функциям – длительности работы аккумулятора и безопасности устройства.

В Android O предусмотрены, например, некоторые ограничения для приложений в фоновом режиме. За усовершенствование безопасности отвечает система защиты Google Play Protect, сканирующая устройство для обнаружения уязвимостей и небезопасных приложений и при необходимости блокирующая их.

Кроме того, Google улучшил и многозадачность устройства, представив функцию «картинка в картинке» (возможность открывать несколько окон одновременно впервые была представлена в прошлой версии Android Nougat), а также включил функцию автозаполнения. Также было объявлено, что число устройств на Android, используемых ежемесячно, превысило отметку в 2 млрд штук.

В новой версии обычного Android была представлена облегчённая версия ОС – Android Go. Она предназначена для бюджетных смартфонов с менее чем 512 МБ оперативной памяти и подходит для работы при медленном Интернете. Первые смартфоны на базе Android Go должны поступить в продажу в 2018 году.

@Astera со ссылкой на Коммерсантъ

КОМПЛЕКСНЫЕ ПОСТАВКИ ИБП



ПОСТАВКА, ПУСКОНАЛАДКА, ИНТЕГРАЦИЯ

Широкий ассортимент ИБП, включая модели:

- для альтернативной энергетики
- для приложений с нестабильным основным питанием



Ультразвуковой дальномер-сигнализатор на ПЛИС

Павел Редькин (г. Ульяновск)

Предлагаемая статья содержит описание портативного электронного устройства – дальномера, выполненного на базе специализированного промышленного ультразвукового датчика расстояния (сонара). В качестве аппаратной платформы для обработки сигналов с датчика в устройстве используется ПЛИС.

Дальномер, о котором пойдёт речь, помимо функции измерения расстояния до удалённых объектов, снабжён функцией сигнализации – извещения пользователя о том, что расстояние до объекта меньше заданного значения. Поэтому правильнее будет назвать его дальномер-сигнализатором. Он может найти применение на производстве и в быту при возникновении необходимости точного измерения расстояний на открытом пространстве, например, для вычис-

ления площадей и объёмов помещений, при конструировании роботов или для сигнализации о недопустимом приближении, например, в качестве автомобильного парктроника.

Принцип действия и основные характеристики

В качестве первичного датчика расстояния в устройстве используется ультразвуковой сонар из семейства HRLV-MaxSonar-EZ типа MB1043 произ-

водства MaxBotix [1]. Принцип действия сонаров семейства HRLV-MaxSonar-EZ основан на излучении в пространство и обратном приёме ультразвуковых колебаний, отражённых от пространственных объектов. Встроенная в сонар система обработки на основе анализа излучаемого и отражённого сигналов производит вычисление и выдачу во внешние устройства данных о расстоянии до объекта, от которого отразились колебания. Данные из сонара выдаются одновременно по трём различным каналам:

- аналоговому – в виде постоянного напряжения, пропорционального расстоянию до объекта;
- ШИМ – в виде импульсов со скважностью, пропорциональной расстоянию до объекта;
- цифровому (интерфейс UART) – в виде байтовых посылок, передаваемых со скоростью 9600 бит/с и содержащих значение расстояния до объекта в двоично-десятичном формате в ASCII-коде.

В предлагаемом дальномере-сигнализаторе данные от сонара принимаются только через UART. Периодичность обновления данных составляет 100 мс.

Дальномер-сигнализатор имеет следующие основные характеристики:

- диапазон измеряемых расстояний – 0,3...5 м;
- разрешающая способность измерения расстояния – 1 мм;
- количество задаваемых порогов сигнализации – 1;
- тип сигнализации – генерация звукового сигнала и переход цифрового выхода в низкий логический уровень при текущем значении измеряемого расстояния меньше заданного порога сигнализации;
- тип дисплея – символьный двухстрочный ЖКИ, совместимый с контроллером HD44780;
- формат отображения измеренного расстояния – «R=XXXX», где XXXX – значение расстояния в мм;
- формат отображения заданного порога сигнализации – «L=YYYY», где YYYY – значение заданного порога сигнализации в мм;
- звуковой излучатель – электромагнитный;

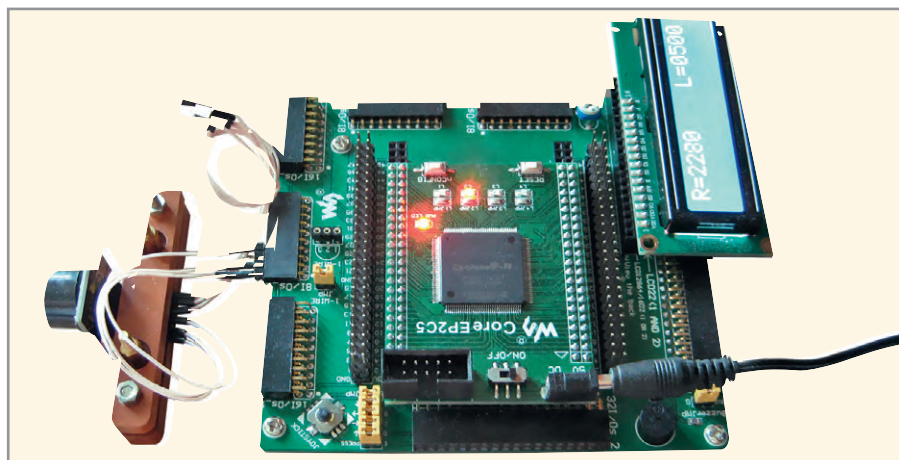


Рис. 1. Внешний вид макета дальномер-сигнализатора

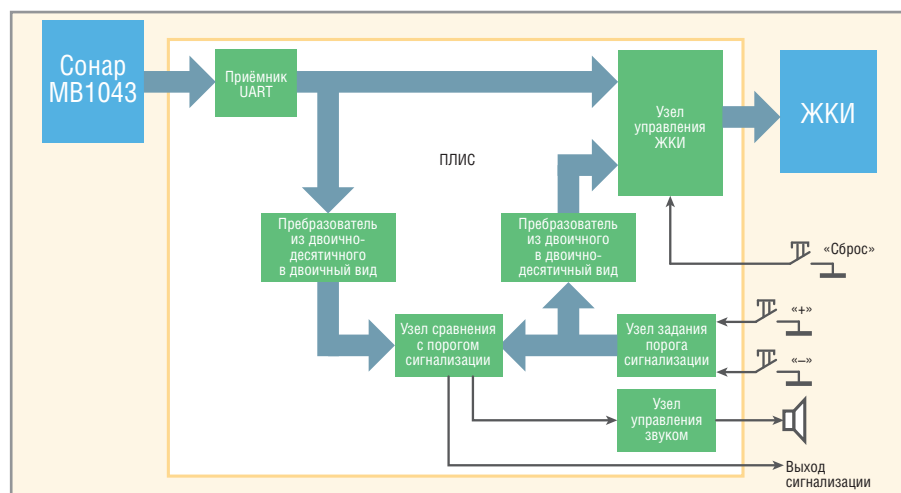


Рис. 2. Структурная схема дальномер-сигнализатора

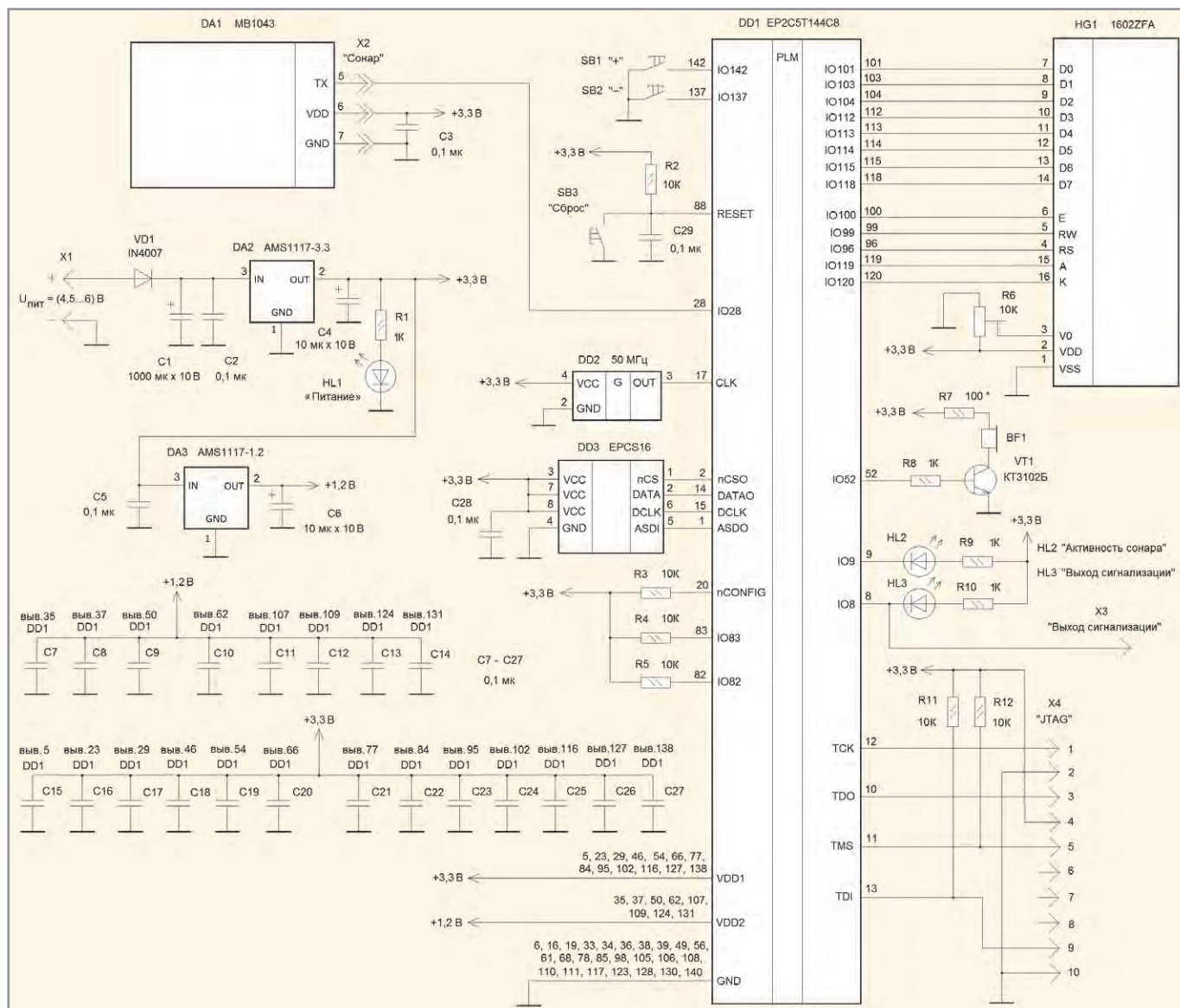


Рис. 3. Принципиальная схема дальномера-сигнализатора

- пользовательский интерфейс из трёх кнопок: «Сброс», «Увеличение порога сигнализации» («+»), «Уменьшение порога сигнализации» («-»);
- напряжение источника питания +4,5...6 В;
- потребляемый ток от источника питания при +4,5 В – 70 мА.

Аппаратная платформа

Для аппаратной реализации устройства применена ПЛИС фирмы Altera семейства Cyclone-II EP2C5T144C8 в составе отладочной платы OpenEP2C5-C производства фирмы Waveshare [2]. При отладке макета дальномера-сигнализатора плата OpenEP2C5-C установлена в отладочную плату DVK601 [3] того же производителя. К плате DVK601 подключается символьный двухстрочный ЖКИ типа 1602ZFA, имеющий трёхвольтовое питание и встроенную подсветку дисплея. Внешний вид макета дальномера-

сигнализатора показан на рисунке 1, а его структурная схема представлена на рисунке 2. Эта схема в основном повторяет блок-схему проекта ПЛИС устройства.

Принципиальная схема дальномера-сигнализатора приведена на рисунке 3. Эта схема может быть использована для изготовления устройства без плат OpenEP2C5-C и DVK601.

В качестве кнопок SB1, SB2 в макете используются позиции «вверх» и «вниз» пятипозиционного манипулятора «джойстик» платы DVK601.

Микросхема ПЛИС DD1 питается от двух источников напряжения +3,3 В и +1,2 В, формируемых последовательно включёнными стабилизаторами DA2 и DA3, соответственно. Питание стабилизатора DA2 осуществляется внешним напряжением +4,5...6 В.

Загрузка конфигурации в ПЛИС DD1 при каждом включении питания осуществляется из микросхемы энерго-

независимой памяти DD3. Начальная запись конфигурации в DD3 производится через разъём X4 «JTAG» с помощью кабеля-программатора USB Blaster.

Внешний глобальный синхросигнал для ПЛИС с частотой 50 МГц вырабатывается интегральным генератором DD2 со встроенным кварцем. Конкретный тип этого генератора на схеме платы OpenEP2C5-C автору идентифицировать не удалось. В качестве DD2 подойдёт любой кварцевый генератор с частотой 50 МГц и питающим напряжением +3,3 В.

Звуковой излучатель BF1 – маломощный «спикер» электромагнитного типа. Также возможно применение пьезоизлучателя любого типа.

Все перечисленные схемные компоненты содержатся на платах OpenEP2C5-C и DVK601. Все выводы ПЛИС, а также линии питания +3,3 В и общего провода на плате OpenEP2C5-C

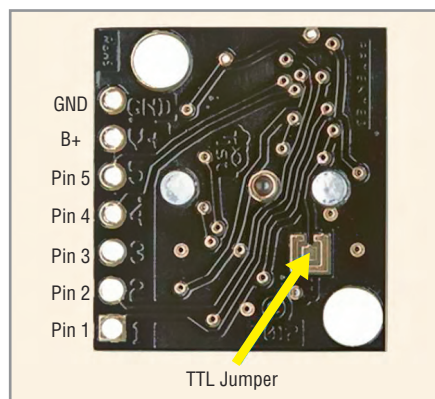


Рис. 4. Контактные площадки TTL Jumper на плате сонара

выведены на два многоштырьковых разъёма для обеспечения возможности стыковки с внешними устройствами, например, с платой DVK601. На плате DVK601 сигналы с ответных частей этих разъёмов, в свою очередь, разведены на разъёмы, размещённые по периметру платы и используемые для подключения различных внешних устройств, например, сонара. Обозначения и нумерация элементов на схеме (см. рис. 3) не соответствуют схемам плат OpenEP2C5-C и DVK601. Соединительные разъёмы этих плат на схеме условно не показаны.

Отладочная плата DVK601 в ходе отладки макета дальномера-сигнализатора была немного доработана. Доработка заключалась в установке резистора R7 (см. рис. 3), который на принципиальной схеме платы имелся (Buzzer.R1 = 500 Ом), но на самой плате был заменён производителем короткозамкнутой перемычкой, а также в установке резистора R8 сопротивлением 1 кОм взамен резистора Buzzer.R2 = 500 Ом. До проведения указанной доработки узел звукового излучателя BF1 легко самовозбуждался от наводок других сигналов платы.

Наладка устройства сводится к установке требуемой громкости звука сигнализации путём подбора резистора R7, а также к установке требуемой контрастности ЖКИ HG1 путём подстройки резистора R6.

Перед подключением к устройству сонара MB1043 необходимо на его печатной плате замкнуть между собой перемычкой из припоя контактные площадки TTL Jumper, показанные на рисунке 4. Указанным способом осуществляется задание требуемых уровней выходного сигнала интерфейса UART сонара. При значительном удалении сонара от ПЛИС соединяющий их сигнальный провод следует экранировать.

ПРОЕКТ ПЛИС

Проект ПЛИС устройства написан на алгоритмическом языке Verilog HDL. Он состоит из следующих модулей:

- модуль верхнего уровня (файл MAX_SONAR.v);
- модуль подавления «дребезга» кнопок (файл noise_filter_butt.v);
- модуль формирования сигналов «озвучивания» кнопок (файл buzzer_butt.v);
- модуль приёма байта через UART (файл UART_byte_rx.v).

Модуль верхнего уровня содержит несколько блоков:

- блок формирования звуковых частот;
- блок задания значения порога синхронизации;
- блок приёма байтовой посылки от сонара;
- блок обработки принятых от сонара данных;
- блок начальной инициализации и циклического вывода информации на ЖКИ;
- блок управления звуковым сигналом.

Все перечисленные блоки, кроме блока обработки принятых от сонара данных, являются синхронными, то есть в их списках чувствительности содержится только внутренний глобальный синхросигнал. Блок обработки принятых данных синхронизируется фронтом сигнала готовности принятой байтовой посылки от сонара `Sonar_data_ready`.

В качестве внутреннего глобального синхросигнала используется синхросигнал `clk_p11` частотой 10 МГц с выхода встроенной системы ФАПЧ (PLL) ПЛИС.

Линии входов кнопок «подтянуты» внутри ПЛИС через встроенные резисторы к плюсу источника +3,3 В. На одну из линий подсветки ЖКИ из ПЛИС подаётся напряжение низкого логического уровня, на другую – высокого. Токоограничительные резисторы светодиодов подсветки в схеме отсутствуют, поскольку они встроены в ЖКИ.

В файлах исходного кода модулей проекта ПЛИС имеется несколько константных значений `parameter`, модифицируя которые, пользователь может подстраивать конфигурацию проекта ПЛИС под свои нужды.

Константа `parameter POROG_IMP = 500_000` задаёт количество импульсов глобального синхросигнала, определяющее длительность импульса озвучивания нажатия на кнопку. При нажатии на кнопку этот импульс пропускает на

выход звука пачку соответствующей длительности импульсов звуковой частоты. Подбором этого параметра можно задавать длительность пачек озвучивания нажатий (по умолчанию – 0,05 с).

Константа `parameter POROG = 600_000` задаёт порог подавления дребезга – количество импульсов глобального синхросигнала, после подсчёта которого принимается решение о пропуске входного сигнала от кнопки на управляемый ею блок. Подбором этого параметра можно добиться надёжного подавления дребезга от кнопок различных типов и размеров.

При реализации интерфейса обслуживания кнопок помимо узла подавления дребезга в ПЛИС синтезирован узел формирования импульса от кнопки, длительность которого равна строго одному периоду глобального синхросигнала. Это сделано для того, чтобы, вне зависимости от времени удержания нажатой кнопки, реакция устройства на её нажатие происходила однократно. Входной сигнал от кнопки `key_in` (активный уровень – низкий), содержащий дребезг, подвергается цифровой фильтрации. По переднему спаду отфильтрованного от дребезга сигнала `noise_key_out` (активный уровень – низкий) формируется короткий отрицательный импульс `edge_noise_key_out` длительностью ровно в один период глобального синхросигнала `clk_p11`, причём его середина совпадает с положительным (активным) перепадом `clk_p11`. В списке чувствительности блока, реализующего реакцию устройства на нажатие данной кнопки, содержится только передний фронт синхросигнала `clk_p11`.

Константа `parameter UART_RATE = 9600` задаёт стандартную скорость приёма данных через UART от сонара (9600 бит/с). Остальные настройки UART жёстко заданы в конфигурации ПЛИС и не могут быть модифицированы пользователем «на лету»: 8 бит в байте, 1 стоповый бит и отсутствие контроля чётности (8–N–1). Наличие данных, поступающих с выхода UART сонара, индицируется в устройстве светодиодом HL2.

Порог сигнализации устройства задаётся с помощью кнопок SB1 «+» и SB2 «–». При нажатиях на кнопку «+» текущее значение порога увеличивается по кольцу с шагом 10 мм от минимального (300 мм) до максимального (5000 мм) значения. При нажатиях на кнопку «–» – уменьшается по кольцу с таким же шагом от максимального до минимального значения.

Текущее значение порога сигнализации отображается на ЖКИ справа от значения результата измерения.

При уменьшении результата измерений ниже значения порога раздаётся прерывистый звуковой сигнал высокого тона. Одновременно выход сигнализации ПЛИС ХЗ переходит в низкий логический уровень. При превышении результата измерений над порогом звуковой сигнал прекращается, а выход сигнализации ПЛИС возвращается в высокий логический уровень. Текущее состояние выхода сигнализации индицируется светодиодом HL3 «Выход сигнализации».

Проект ПЛИС устройства разработан в среде Quartus II версии 13.0. Он доступен для скачивания на сайте журнала (см. дополнительные материалы к статье на www.soel.ru). Конфигурация проекта занимает около 30% ёмкости ПЛИС EP2C5T144C8.

Несколько слов об эксплуатации устройства. После включения питания необходимо нажать на кнопку SB3 «Сброс», чтобы инициализировать ЖКИ. При этом на ЖКИ кратковременно отобразится начальная заставка SONAR Vx.x, после чего устройство перейдёт к штатной работе с непрерывным отображением на ЖКИ значений измеренного расстояния и порога сигнализации. Последний по умолчанию равен 500 мм. Обновление показаний ЖКИ производится через каждые 100 мс синхронно с поступлением данных из сонара. При измерении расстояния до объекта, меньше ближней границы допу-

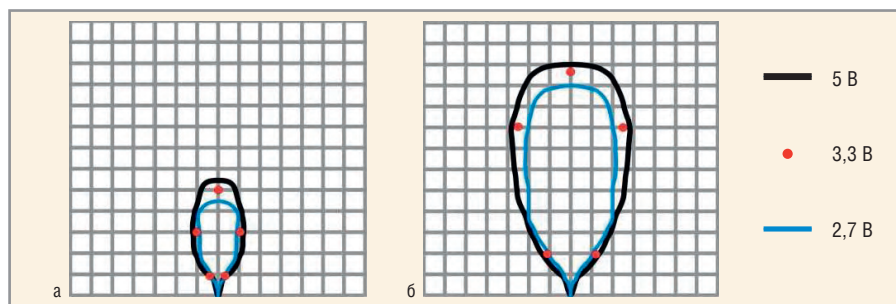


Рис. 5. Диаграммы направленности сонаров: а – MB1043; б – MB1003

стимого диапазона (0,3 м), дальномер-сигнализатор выдаёт результат 300 мм. При измерении расстояния, больше дальней границы допустимого диапазона (5 м), дальномер-сигнализатор выдаёт результат 5000 мм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дальномер-сигнализатор безошибочно и стабильно измеряет расстояния до объектов с чёткими границами (стены, перекрытия, промышленные установки, предметы мебели и т.п.). При измерениях расстояний до объектов с нечёткими границами (животные с густой шерстью, люди в меховой одежде и т.п.) в результатах измерений возможны неточности.

Применённый в устройстве сонар MB1043 имеет самую узкую в своём семействе диаграмму направленности, поэтому, при наличии даже небольших препятствий на линии измерения, в его выходных данных возможны существенные ошибки. Для снижения чувствительности устройства к наличию мелких препятствий на линии изме-

рения возможно применение других типов сонаров из семейства HRLV-MaxSonar-EZ, имеющих более широкие, чем у MB1043, диаграммы направленности. Для сравнения, на рисунке 5 приведены диаграммы направленности сонаров MB1043 и MB1003, предоставленные производителем [4]. Каждый рисунок представляет собой пространственные контуры диаграммы в одной плоскости на фоне сетки с размерами квадрата 30 × 30 см. При этом обнаруживаемый сонаром контрольный объект представляет собой диск диаметром 3,5 дюйма.

ЛИТЕРАТУРА

1. MB1043HRLV-MaxSonar-EZ4 High Performance Ultrasonic Rangefinder. www.maxbotix.com/Ultrasonic_Sensors/MB1043.htm.
2. OpenEP2C5-C. www.waveshare.com/wiki/OpenEP2C5-C.
3. FPGA CPLD mother board. www.waveshare.com/dvk601.htm.
4. HRLV-MaxSonar-EZ Series. www.maxbotix.com/documents/HRLV-MaxSonar-EZ_Datasheet.pdf.



Новости мира News of the World Новости мира

Samsung может обойти Intel по производству полупроводников

Согласно данным исследовательской компании IC Insights, на глобальном рынке полупроводниковых устройств во 2-м квартале 2017 г. впервые за почти четверть века может смениться лидер. Если цены на чипы памяти в этом квартале сохранятся на текущем уровне или даже поднимутся, компания Samsung может сместить с пьедестала Intel, которая занимала позицию No. 1, начиная с 1993 г.

С учётом средних объёмов продаж, обозначенных Intel на 2-й квартал 2017 г., а также типичного для Samsung роста продаж в этот период на 7,5%, южнокорейская компания вполне может обойти Intel и занять

место лидера на мировом рынке полупроводниковых приборов в 2017. И если такое произойдёт, это будет знаковым достижением не только для Samsung, но и для всех других конкурирующих производителей, которые годами стремились сместить Intel с первого места на рынке, отмечает IC Insights.

В первом квартале 2016 г. объёмы продаж Intel на 40% превышали продажи Samsung, но в течение одного года с небольшим положение сильно изменилось.

Значительному росту продаж Samsung способствовало невероятное увеличение средних цен на DRAM- и NAND-флэш память. Компания IC Insights ожидает, что резкое повышение цен на DRAM- и NAND-флэш, которое отмечалось в течение все-

го 2016 г. и 1-го квартала 2017 г., во втором полугодии пойдёт на спад. Однако на текущий год остаётся существенный потенциал роста, и IC Insights прогнозирует, что в 2017 г. продажи на глобальном рынке DRAM увеличатся на 39%, а на рынке NAND-флэш – на 25%.

В течение прошедших 24 лет некоторым игрокам рынка удавалось сократить разрыв с Intel, но обойти её не получалось никогда. И если во втором квартале цены на флэш-память не пойдут вниз, вполне возможно, что Samsung займёт место Intel и по итогам всего 2017 г. Пока продажи обеих компаний по итогам года предположительно составят порядка \$60 млрд.

IT Research

Новости мира News of the World Новости мира

В ТГУ создают полупроводники в 5 000 раз тоньше человеческого волоса

Учёные ТГУ первыми в России начали выращивать полупроводники из органических молекул в газовой фазе. Для этого исследователи используют установку, позволяющую создавать супертонкие плёнки, толщина которых в 5 тысяч раз меньше человеческого волоса. В результате самосборки молекул получают полупроводниковые структуры, обеспечивающие повышенное быстродействие устройств при минимальных затратах энергии. На их основе можно разрабатывать приборы молекулярной наноэлектроники, которые выведут человечество на новый технологический уровень.

Главная техническая проблема производства устройств на основе органических полупроводников, созданных традиционными методами напыления, заключается в том, что они обладают низкой проводимостью, поскольку отдельные молекулы плохо взаимодействуют между собой. Преодолеть этот барьер можно при помощи молекуляр-

ной эпитаксии – метода послойного нанесения, который обеспечивает химическое связывание молекул и тем самым увеличивает транспорт зарядов.

Ранее сделать это было невозможно из-за отсутствия оборудования. В этом году в СФТИ ТГУ появилась первая в России промышленная установка для выращивания полупроводников из молекул органических соединений.

Реакция самосборки молекул проводится в газовой фазе. Это существенно расширяет выбор материалов для производства полупроводников, ведь испарить можно почти любое низкомолекулярное вещество. На выращивание одного монослоя уходит 15–30 минут. Из них, как из кирпичиков, можно конструировать полупроводники любой сложности. Для сравнения: в классических технологиях, где нанесение молекул производится через растворение вещества, формирование одного слоя на носителе занимает 3 дня.

Устройства на полупроводниках, созданных методом молекулярной эпитаксии, будут принципиально отличаться от того,

что сделано обычным способом, – значительно снизится их энергопотребление, в разы увеличится быстродействие.

Технология выращивания органических полупроводников, созданная в ТГУ, позволит устранить одну из главных проблем молекулярной электроники и наноэлектроники. Она заключается в том, что все устройства, сделанные на основе органических проводящих материалов, разлагаются под воздействием времени, нагрузок и температуры. Новая технология позволяет формировать очень прочные связи между молекулами, что значительно продлит жизнь технической аппаратуры.

Она будет обладать гораздо большими функциональными возможностями, но стоить при этом намного дешевле. Для производства органических полупроводников не нужны слишком высокие температуры, достаточно 300–400°C, что, как минимум, в два раза ниже, чем при работе с неорганическими полупроводниками.

Томский государственный университет

Honeywell

TDK

SICK

VISHAY®

BOURNS®
Reliable Electronic SolutionsTE
TECHNOLOGIES

Panasonic

JAMICON®

MASTECH®

MITSUBISHI
ELECTRIC

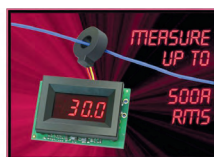
UNIT

muRata
INNOVATOR IN ELECTRONICS

S OLOMON

ВСТРАИВАЕМЫЕ ПРИБОРЫ

muRata Ps
Murata Power Solutions



Вольтметры AC/DC

Амперметры AC/DC

Частотомеры

**Измерители мощности
и токовой петли (4-20 мА)**



Дисплей 3 ½ и 4 ½ разряда LED или ЖК



Встроенные функции защиты



Панельный или печатный монтаж

www.platan.ru
ПЛАТАН

Офисы в Москве: м. Молодежная, ул. Ивана Франко, 40, стр. 2, (495) 97 000 99, info@platan.ru;
м. Электрозаводская, ул. Б. Семеновская, 40, стр. 26, БЦ Агат, (495) 744 70 70, platan@platan.ru
Офис в Санкт-Петербурге: ул. Зверинская, 44, (812) 232 88 36, baltika@platan.spb.ru

Реклама

interlight

MOSCOW

powered by light+building

Международная выставка декоративного
и технического освещения, электротехники
и автоматизации зданий

7 - 10 ноября 2017

ЦВК «Экспоцентр»

Москва



www.interlight-moscow.ru



messe frankfurt



Редактор RightPCB – современный инструмент эффективного проектирования ПП

Сергей Попов (Москва)

Статья продолжает цикл, посвящённый первой отечественной САПР электроники Delta Design. В статье на простых примерах проектирования конструкции печатной платы (ПП) показана работа редактора ПП Delta Design RightPCB. В статье описан функционал, доступный в версии Delta Design 2.1.

Редактор RightPCB – полноценный редактор, предоставляющий конструктору весь необходимый инструментарий для проектирования и производства печатных плат. Возможности RightPCB ставят его в один ряд с хорошо известными продуктами на рынке САПР ПП, которые предлагают разработчикам возможность прокладки печатных проводников (треков) на плате в полуавтоматическом режиме с одновременным контролем и полным соблюдением проектных норм. При этом пользователь может сам выбрать предпочтительный режим формирования углов трек (кратный 45° или 90°).

Наличие дополнительных полезных возможностей, сокращающих время проектирования ПП, выделяет данный редактор среди других САПР.

Проектирование конструкции ПП следует за такими важными этапами разработки будущего устройства, как создание базы библиотечных элементов и проектирование схемы устройства. Этап конструирования ПП, в свою очередь, может быть представлен как последовательность следующих шагов:

- создание контура ПП;
- создание стека слоёв ПП;
- размещение посадочных мест радиоэлектронных компонентов на ПП;
- трассировка трек;
- проверка на соответствие производственным нормам;
- подготовка файлов для передачи на производство.

Общее время разработки всей конструкции платы складывается из того, сколько времени конструктор затратит на каждый шаг по отдельности. Поэтому экономия времени, затраченного на каждом шаге – задача, которая решается в редакторе RightPCB.

Создание контура ПП

Создание контура ПП возможно одним из двух способов. Первый – импорт из машиностроительной САПР (например, САПР Компас), второй – создание контура средствами самого RightPCB. Выбор способа зависит от сложности контура и от технологического процесса, существующего на каждом конкретном предприятии. Далее будут представлены возможности, которые существуют в редакторе

ПП для упрощения процесса создания контура.

В системе существует слой BOARD_OUTLINE. Выбор этого слоя автоматически ограничивает набор инструментов, доступных для использования, например, создание окружностей, многоугольников, и будет заблокирована функция размещения полилинии. Любая созданная в слое BOARD_OUTLINE геометрическая фигура контролируется на правильность (замкнутость и самопересечение). Система выдаст сообщение об ошибке, если созданный контур, по каким-то причинам, окажется некорректен.

Если пользователю необходимо создать простую прямоугольную или круглую плату, то проще всего это будет сделать при помощи инструмента размещения прямоугольника (или окружности) произвольных размеров. После этого размеры (высота и ширина для прямоугольника или радиус для окружности) можно скорректировать в окне «Свойства» (см. рис. 1). Заключительный шаг – указание начала координат системы в одном из углов прямоугольника или в центре окружности.

При необходимости создания сложного контура и при наличии вырезов в нём конструктор может воспользоваться такими дополнительными возможностями RightPCB, как направляющие линии, объектная привязка, объектное отслеживание, функция выравнивания выбранных объектов, объединение объектов для получения фигур сложной формы.

Использование описанного функционала позволит создать контур платы форм-фактора модуля DIM всего за несколько минут.

Размещение на минимальном расстоянии

В системе значение допустимых зазоров между компонентами рассчитывается на основе двух параметров. Первый – это контур PLACEMENT_OUTLINE. Второй параметр – это минимально допустимый зазор между контактными площадками.

PLACEMENT_OUTLINE формируется в момент создания посадочного места

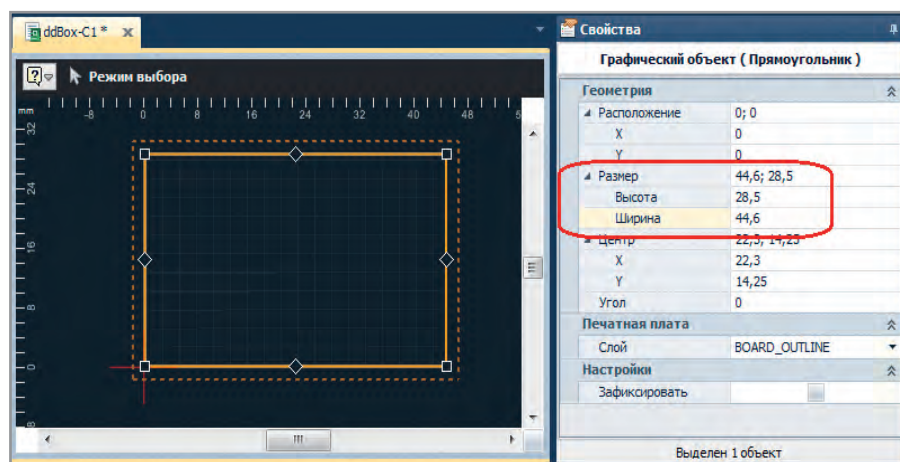


Рис. 1. Задание размеров прямоугольника в панели «Свойства»

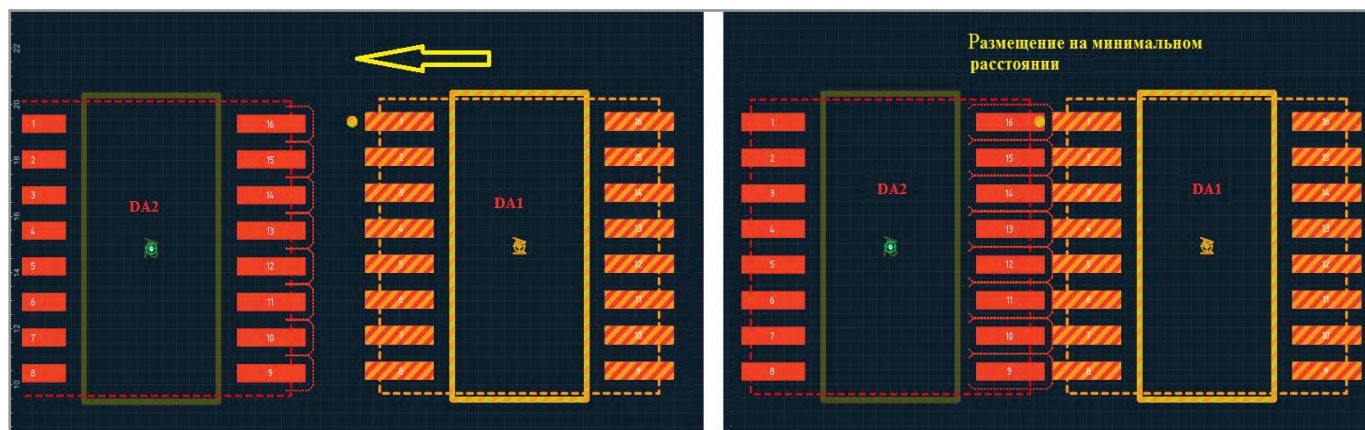


Рис. 2. Установка двух компонентов на минимальном расстоянии

будущего компонента и, по сути, является проекцией корпуса компонента на плату. Зазор между контактными площадками задаётся в редакторе правил. Определив эти два параметра в системе, конструктор может начать размещать компоненты на плате. При этом Delta Design будет контролировать этот процесс в полуавтоматическом режиме.

На рисунке 2 показано перемещение компонента DA1 по отношению к компоненту DA2. В момент захвата и начала перетаскивания компонента DA1 на

плате вокруг компонента DA2 появляется зона, в которой размещение DA1 невозможно.

На рисунке 3 показан вариант размещения разъемов, которые требуют установки вплотную. Установка разъемов на минимальном расстоянии может быть сделана за три шага. Шаг 1 – установка первого компонента в угол платы, шаг 2 – установка второго компонента вплотную с первым, шаг 3 – выравнивание компонентов по нижнему краю.

Полуавтоматический режим позволяет конструктору размещать разъемы в нужном месте и с нужным шагом, обеспечивая при этом соблюдение всех необходимых зазоров. Точного позиционирования в угол платы требует только первый разъем. Размещение и выравнивание всех последующих разъемов происходит под контролем системы. Такой шаблон размещения может применяться для всех компонентов с одинаковыми посадочными местами.

EREMEX
Инновационный подход к проектированию электроники

САПР электроники

WWW.EREMEX.RU
WWW.DD.RU



DeltaDesign — система сквозного проектирования электронных устройств на базе печатных плат

- Менеджер библиотек LIBerty
- Схемотехнический редактор FlexyS
- Схемотехническое моделирование SimOne
- HDL-симулятор Simtera
- Ведение правил DRM
- Редактор печатных плат RightPCB
- Топологический трассировщик TopoR
- Коллективная работа "Workgroup"
- Для предприятий "Enterprise server"

**СДЕЛАНО
В РОССИИ**

ProSoft®

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU



Рис. 2.0

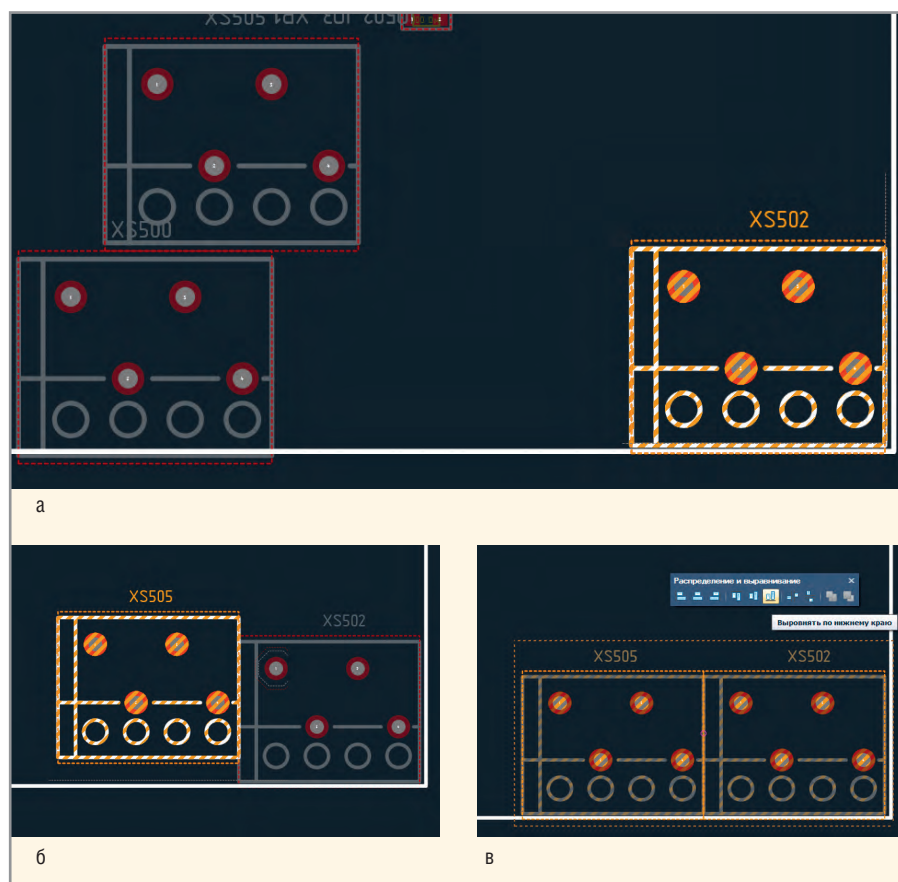


Рис. 3. Размещение разъемов вплотную: а – шаг 1; б – шаг 2; в – шаг 3

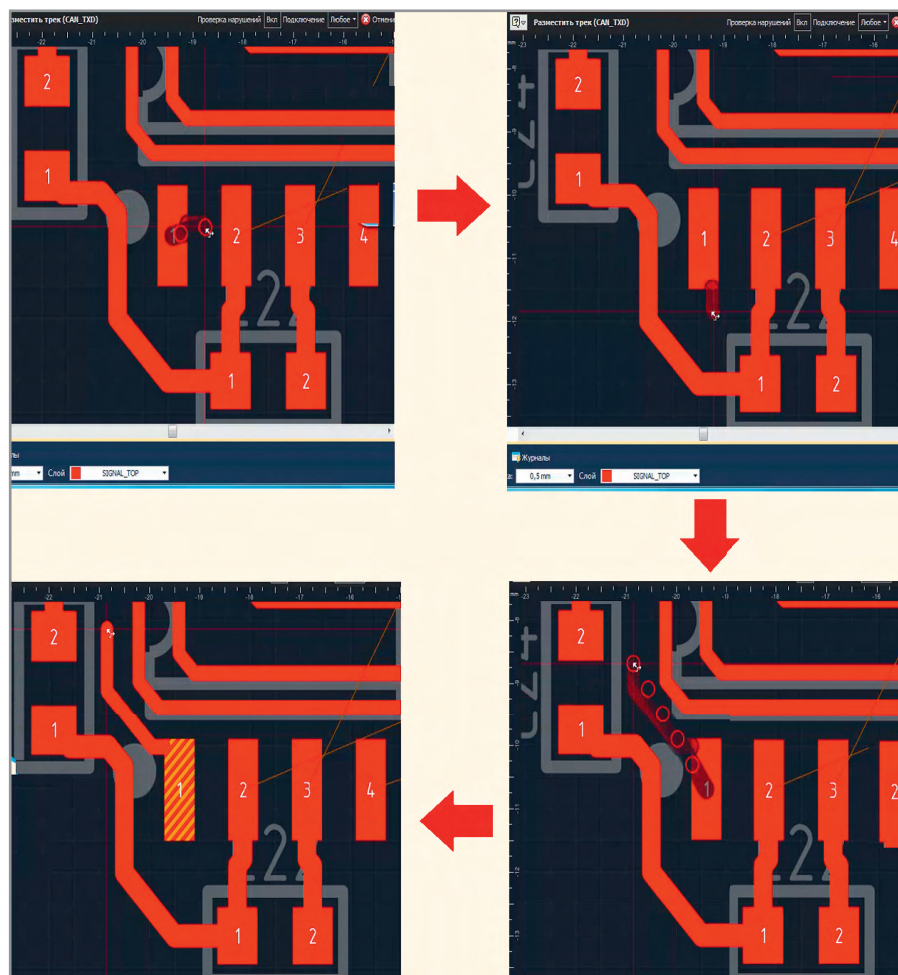


Рис. 4. Поиск пути прокладки трека на плате

ТРАССИРОВКА ТРЕКОВ

Одним из наиболее длительных и одновременно ответственных этапов проектирования платы является проведение трек. Из-за сложности и небольших размеров корпуса проектируемого устройства размещение компонентов и их трассировку приходится осуществлять в ограниченном пространстве платы. И чем ближе конструктор к завершению трассировки, тем меньше остаётся свободных мест для прокладки новых трек и тем больше временных затрат потребуется на повторную трассировку уже проложенных трек.

Возможность использования пространства около контактной площадки в момент начала прокладки трека или его завершения – та полезная функция Delta Design, которая позволяет сократить время конструирования. Существует два способа подключения трека к контактной площадке: режим подключения «По осям» и режим «Любое».

Количество подключений в режиме «Любое» определяется шириной трека и размерами контактной площадки компонента. На рисунке 4 показаны этапы поиска возможного пути прокладки трека. Возможность подключения трека по всему периметру контактной площадки, в конечном счёте, позволяет найти путь для трассировки и проложить трек с соблюдением норм проектирования.

ПРОВЕРКА НА СООТВЕТСТВИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ НОРМАМ

Прокладке трек на плате предшествует этап задания конструктивно-технологических ограничений, а отправке данных на производство – проверка разработанной платы на соответствие этим ограничениям. В системе Delta Design правила проекта задаются в двух редакторах: в схемотехническом редакторе определяется иерархия (классы) цепей, а в редакторе правил задаются конкретные значения параметров [1].

В редакторе RightPCB осуществляется запуск Design Rule Checking (DRC) – проверки спроектированной платы на предмет соответствия заданным конструктивно-технологическим ограничениям. Минимальное количество нарушений или их полное отсутствие говорит о том, что плату можно передавать на производство.

DRC	Отв.	Трек	ПКП	СКП	ПО	За...
Заливка	☒	☒	☒	☒	☒	☒
ПО	☒	☒	☒	☒	☒	Не проверяется
СКП	☒	☒	☒	☒	☒	☒
ПКП	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Трек	☒	☒	☒	☒	☒	Проверяется в DRC и при разводке платы
Отв.	☒	☒	☒	☒	☒	☒

Рис. 5. Матрица «Применимость правил»

Матрица «Применимость правил» редактора правил позволяет отключать и включать проверку правил, а также выбирать режим, в котором она будет осуществляться (см. рис. 5).

Для анализа нарушений удобно использовать комбинацию из трёх окон: рабочее окно проекта, окно «Список ошибок» и окно «Правила» (см. рис. 6).

В окне «Список ошибок» представлены все найденные нарушения и их краткие описания.

Двойной клик на строке приблизит область, в которой было зафиксировано нарушение. При этом в окне «Правила» появится подробная информация о конфликтующих объектах (см. рис. 7).

Режим с тремя одновременно открытыми окнами позволяет разработчику быстро переходить от нарушения к нарушению и получать необходимую информацию о конфликтующих объектах. Анализируя представленную информацию, конструктор может изменить расположение конфликтующих трексов в рабочем окне или перейти из окна «Правила» в редактор правил [2] и изменить значение минимально допустимого зазора между трексами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как и во всей системе Delta Design, в редакторе RightPCB реализованы принципы удобства при работе и минимизации трудозатрат при проектировании. Полный набор функций и ряд дополнительных возможностей, облегчающих процесс проектирования, дают разработчику ПП современный и удобный инструмент, позволяющий эффективно решать задачи конструирования и производства ПП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шаманов Г. Система управления правилами в САПР Delta Design. Часть 1. Современная электроника. 2017. №4.
2. Шаманов Г. Система управления правилами в САПР Delta Design. Часть 2. Современная электроника. 2017. №5.

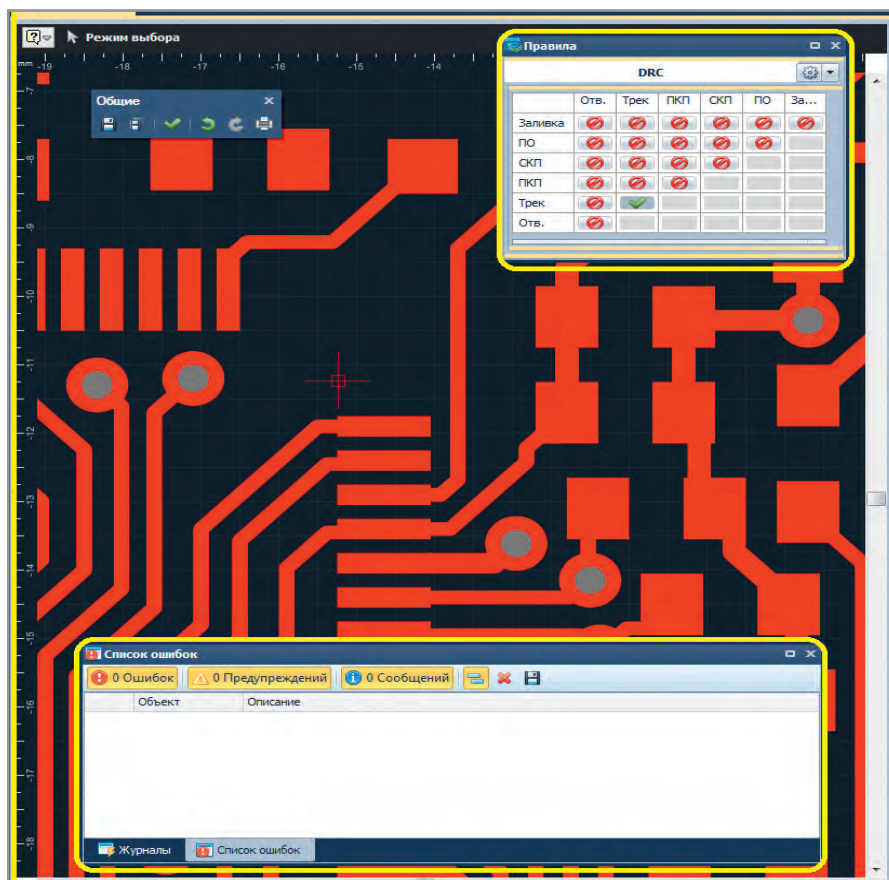


Рис. 6. Одновременное отображение трёх окон при DRC-проверке

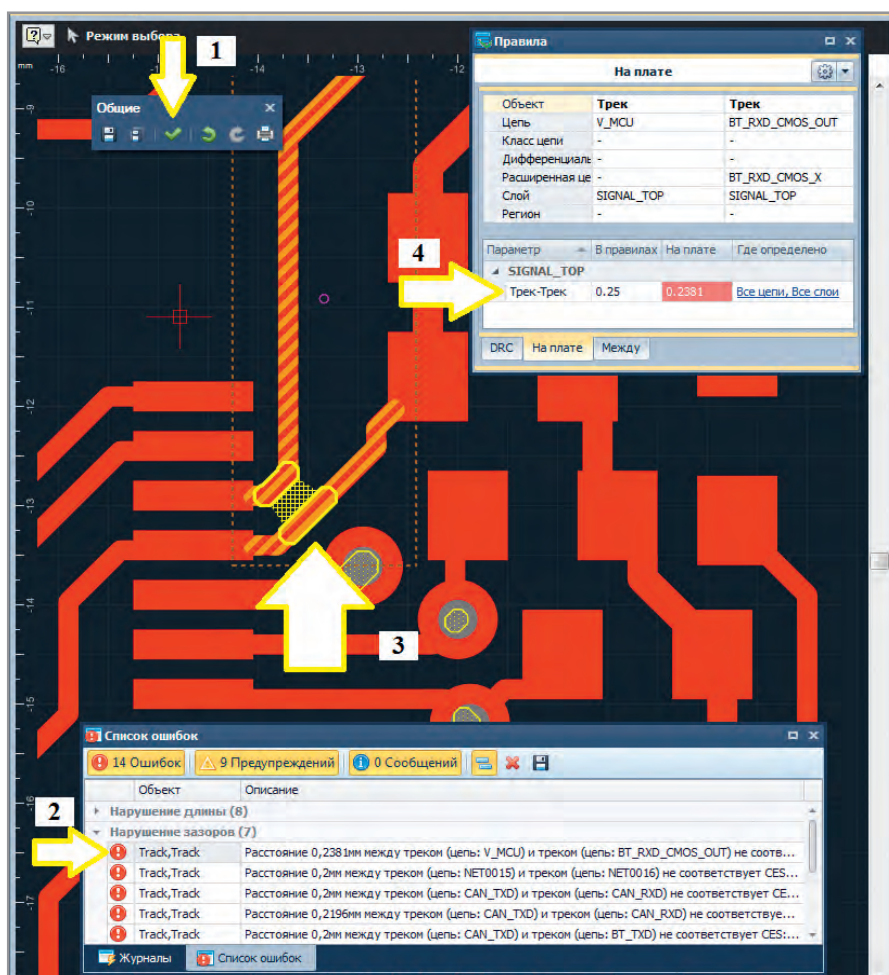


Рис. 7. Шаги отображения нарушений (1–4) и навигации по ним

Экспериментальное исследование развязки между микрополосками

Михаил Васин, Денис Марущенко,
Сергей Шемшур (г. Фрязино, Моск. обл.)

В статье представлены экспериментальные результаты измерения уровня развязки между микрополосковыми линиями в зависимости от применяемой конфигурации заземляющих отверстий в разделительной земляной дорожке.

ВВЕДЕНИЕ

При проектировании СВЧ-плат важным параметром является развязка между различными микрополосковыми линиями, недостаточная величина которой может полностью разрушить параметры проектируемой схемы. Если сверху платы можно поставить соответствующие экраны в виде металлических окон, закрытых сверху крышками, то связь по толще диэлектрика недоступна внешнему воздействию после изготовления платы. Поэтому прогнозирование развязки в таких случаях крайне необходимо.

Для анализа взаимного влияния на СВЧ обычно используют электромагнитные симуляторы. Инструмент этот достаточно эффективный, но ресурсоёмкий как по времени, так и используемому вычислительному оборудованию. После электромагнитного моделирования необходима экспериментальная проверка полученного результата.

Стоит отметить, нередки случаи, когда различные ЕМ-симуляторы дают разный расчётный результат. Адекватность рас-

чёта определяется только измерением спроектированного устройства. Поэтому данная экспериментальная работа не только даёт представление разработчику о том, какие можно получить развязки в тех или иных случаях, но и позволяет оценить точность работы тех или иных симуляторов, особенно в ситуации динамического диапазона порядка 100 дБ.

ОПИСАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА

Для эксперимента были спроектированы и изготовлены наборы плат и проведено измерение их параметров.

Поскольку в данной работе требования к минимизации потерь в микрополосковой линии (МПЛ) не предъявлялись, для удешевления эксперимента использовался обычный стеклотекстолит марки FR4.

Для эксперимента были изготовлены 3 набора тестовых плат: первый и второй – на двухслойном стеклотекстолите толщиной 0,5 мм, третий – на 4-слойном стеклотекстолите с толщинами диэлектрика 0,25 / 0,12 / 0,25 мм.

В третьем случае МПЛ располагалась на первом слое, а земляной экран на втором, третьем и 4-м слоях. Все слои были прошиты сквозными отверстиями.

Топология плат представляла собой две микрополосковые линии, разнесённых на расстояние 2,5 мм и имеющих между собой разделительную земляную дорожку шириной 1,5 мм. МПЛ заканчивались 50-омным резистором типоразмера 0402. Эффективная связь между МПЛ осуществлялась на длине 50 мм.

Фотографии трёх наборов тестовых плат представлены на рисунке 1 (а, б, в).

Платы последовательно монтировались в измерительную оснастку (см. рис. 2).

Измерения проводились на векторном анализаторе цепей ZVA в диапазоне частот от 10 МГц до 20 ГГц. Калибровка TOSM осуществлялась в коаксиальном тракте в соответствии с [1]. Диапазон ограничивался параметрами применяемых SMA-разъёмов.

В таблице 1 сведены основные параметры трёх тестовых плат, участвующих в эксперименте.

При использовании 2-х рядов отверстий, ряды сдвинуты относительно друг друга на полшага.

Для сравнения измерения проводены в оснастке без крышки и с крышкой, обеспечивающей полную экраниров-

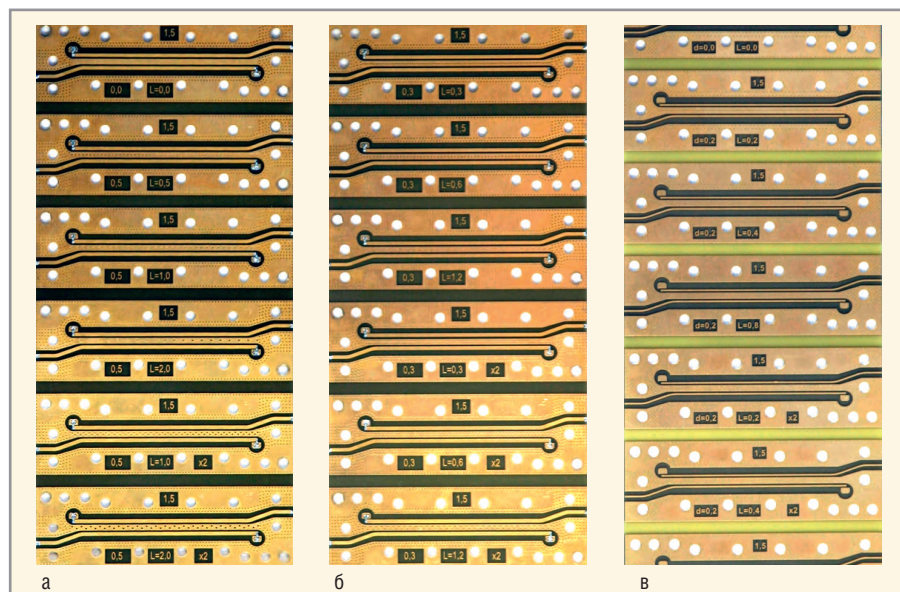


Рис. 1. Фотографии трёх наборов тестовых плат: а – 1-й набор, б – 2-й набор, в – 3-й набор

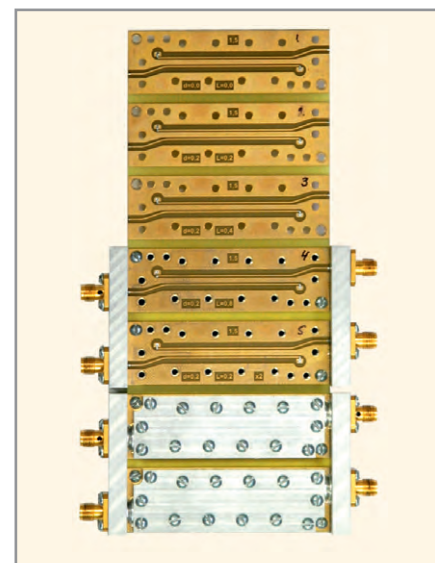


Рис. 2. Измерительная оснастка для тестовых плат

Таблица 1. Основные параметры тестовых плат

	1-й набор			2-й набор			3-й набор (многослойная ПП)		
	Количество рядов отверстий	Ø, мм	L, мм	Количество рядов отверстий	Ø, мм	L, мм	Количество рядов отверстий	Ø, мм	L, мм
1-я плата	В разделительной дорожке нет заземляющих отверстий			1	0,3	0,3	В разделительной дорожке нет заземляющих отверстий		
2-я плата	1	0,5	0,5	1	0,3	0,6	1	0,2	0,2
3-я плата	1	0,5	1,0	1	0,3	1,2	1	0,2	0,4
4-я плата	1	0,5	2,0	2	0,3	0,3	1	0,2	0,8
5-я плата	2	0,5	1,0	2	0,3	0,6	2	0,2	0,2
6-я плата	2	0,5	2,0	2	0,3	1,2	2	0,2	0,4
7-я плата	–	–	–	–	–	–	2	0,2	0,8

Примечания: Ø – диаметр отверстий в разделительной дорожке, L – расстояние между краями отверстий.

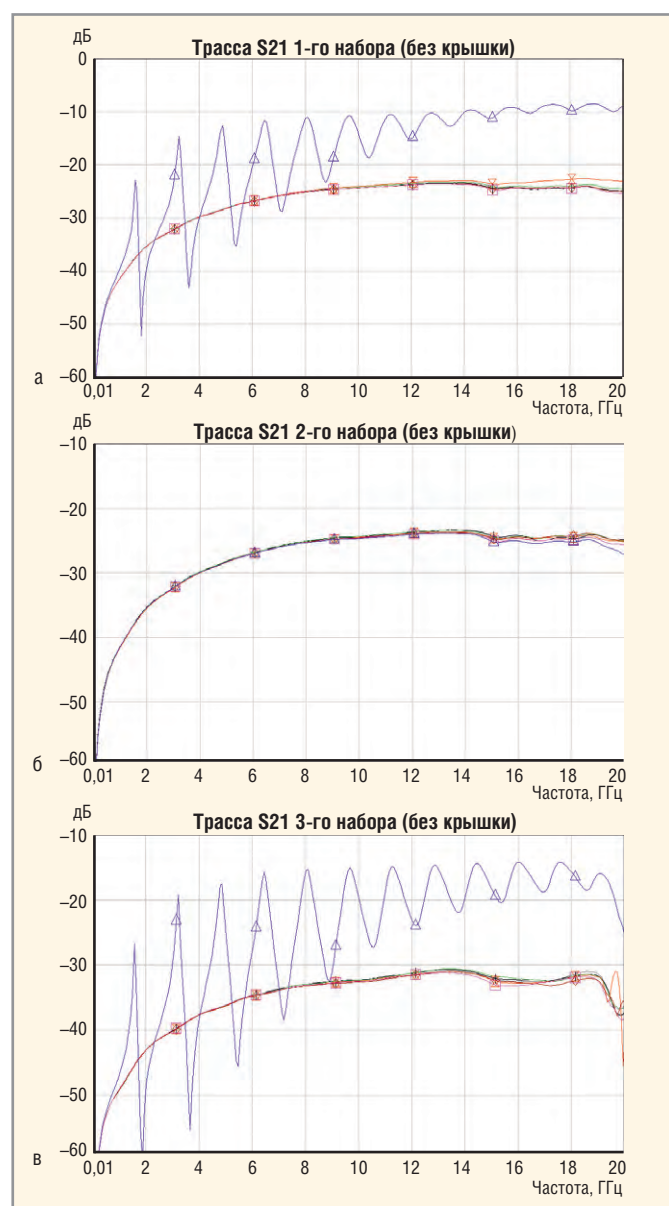


Рис. 3. Графики развязки 1-го (а), 2-го (б) и 3-го (в) наборов тестовых плат без крышки (развязка 22–24 дБ)

ку микрополосковых линий, при которой связь между микрополосками могла осуществляться только по толще диэлектрика.

На рисунке 3а представлены графики развязки 1-го набора плат без крышки.

Синяя кривая – развязка МПЛ первой платы, не имеющей заземляющих отверстий. Все остальные прак-

тически слились в одну линию. Таким образом, при отсутствии крышки развязка нечувствительна к параметрам заземляющих отверстий и составляет 22–24 дБ.

Аналогичная картина наблюдается на рисунке 3б, где представлены графики развязки 2-го набора плат без крышки (развязка 22–24 дБ).

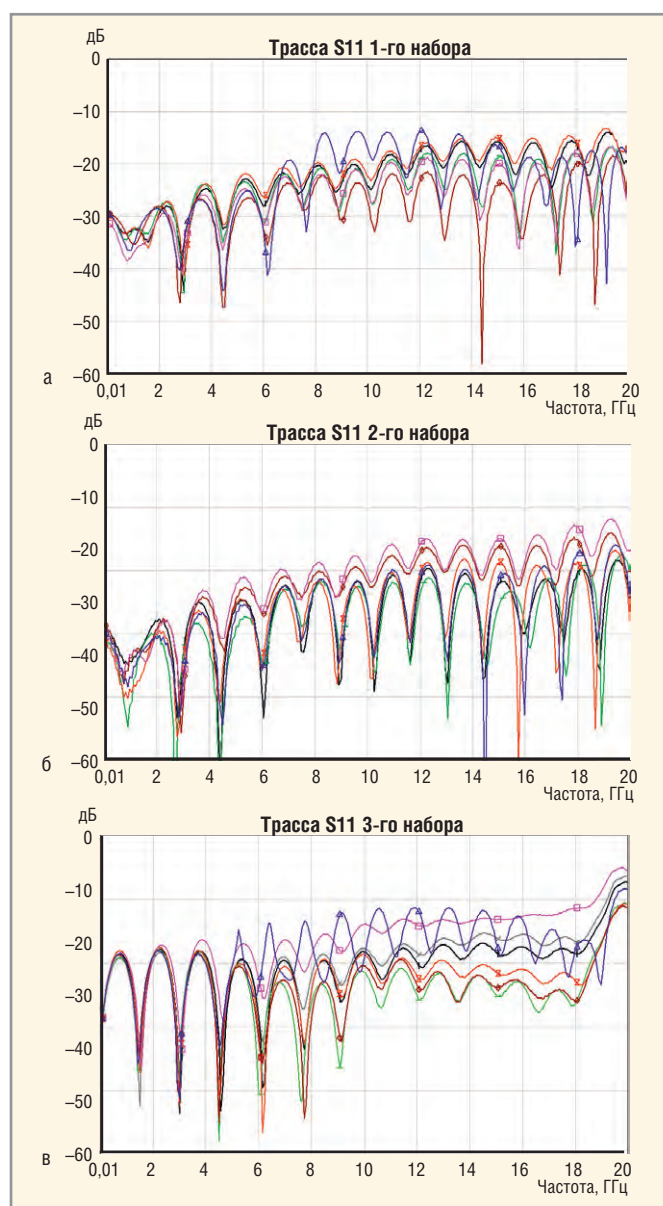


Рис. 4. Графики обратных потерь 1-го (а), 2-го (б) и 3-го (в) наборов тестовых плат

Похожая ситуация и с 3-м набором плат (см. рис. 3в), где синяя кривая – развязка МПЛ первой платы, не имеющей заземляющих отверстий, а остальные сливаются в одну кривую, с той лишь разницей, что характерная развязка лучше и составляет порядка 32 дБ (это объясняется меньшей толщиной верхнего слоя диэлектрика и

соответственно меньшей шириной МПЛ).

На серии графиков (см. рис. 4а, 4б и 4в) представлены параметры отражения МПЛ трёх наборов плат (соответственно 1-го, 2-го и 3-го), по которым

можно судить о том, что развязка обусловлена не высоким коэффициентом отражения, а связью между МПЛ.

Наконец, самое интересное – измерения наборов плат с экранирующей верхней крышкой.

Графики на рисунках 5 (а, б, в) – результаты измерений 1-го, 2-го и 3-го наборов тестовых плат трассы S21 (по мере увеличения развязки).

В таблице 2 сведены результаты измерений трёх тестовых наборов в соответствии с рисунками 5 (а, б, в).

Необходимо отметить, что 3 последних графика на рисунке 5в практически идентичны, их разница находится в пределах ошибки измерения.

Выводы

Достаточно детальное описание эксперимента позволяет провести электродинамическое моделирование параметров развязки МПЛ с целью верификации работы используемого симулятора.

Проведённый эксперимент и полученные результаты измерений позволяют сделать следующие заключения:

1. Хорошая развязка возможна только при условии экранирования микрополосковых линий, исключающего связь по воздуху.
2. Возможна реализация развязки до 100 дБ на длине связи 50 мм.
3. Существенное увеличение развязки достигается уменьшением расстояния между краями заземляющих отверстий. Развязку в 100 дБ можно достичь при диаметре отверстий 0,2 мм и расстоянием между краями отверстий 0,2 мм.
4. Оценку развязки можно вполне определённо провести, основываясь на представленных графиках без проведения дополнительных электродинамических расчётов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. «Анализаторы электрических цепей векторные R&S ZVA8 / R&S ZVA24 / R&S ZVA40 / R&S ZVA50 / R&S ZVA67. Руководство по эксплуатации». ROHDE & SCHWARZ GmbH & Co. KG. Mühldorfstr. 15, D-81671 München.

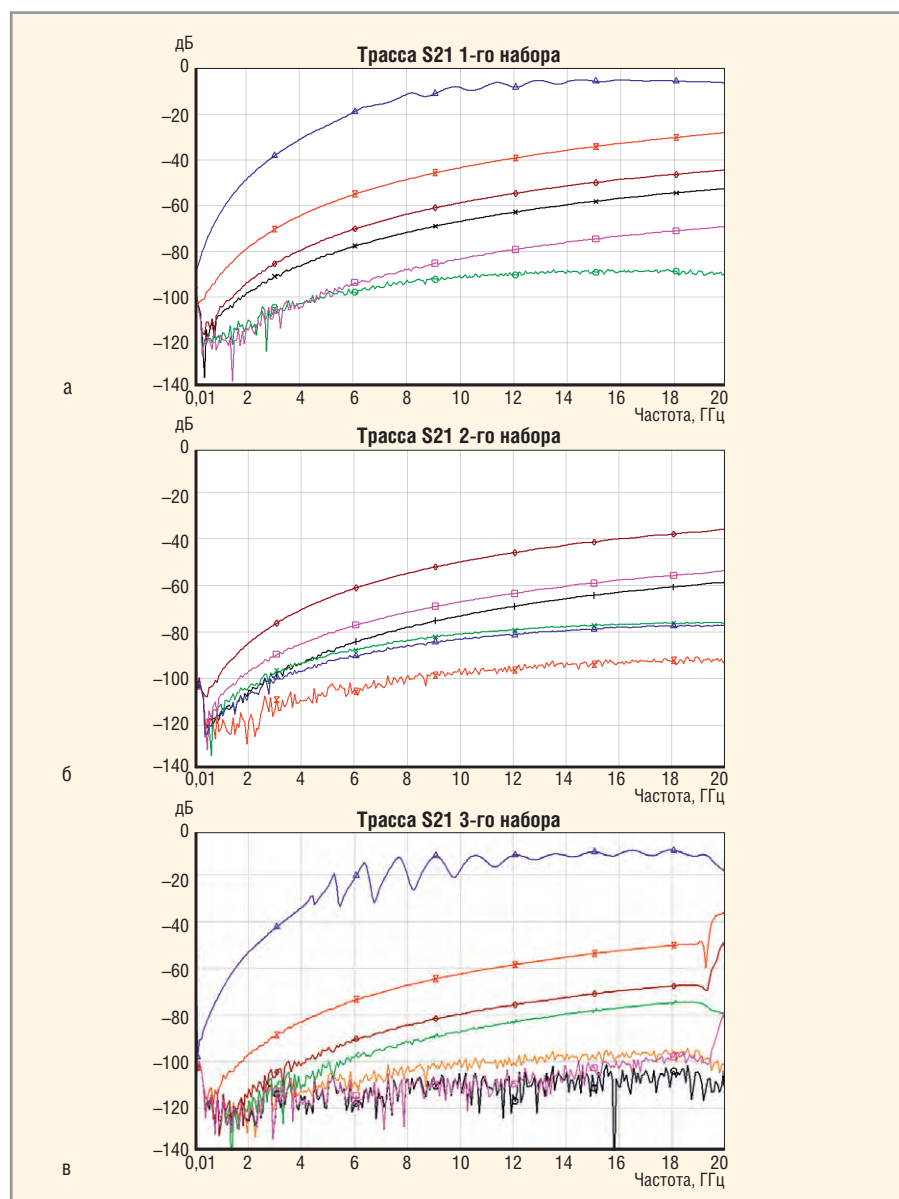


Рис. 5. Графики развязки 1-го (а), 2-го (б) и 3-го (в) наборов тестовых плат

Таблица 2. Результаты измерений трёх тестовых наборов в соответствии с рисунками 5 (а, б, в)

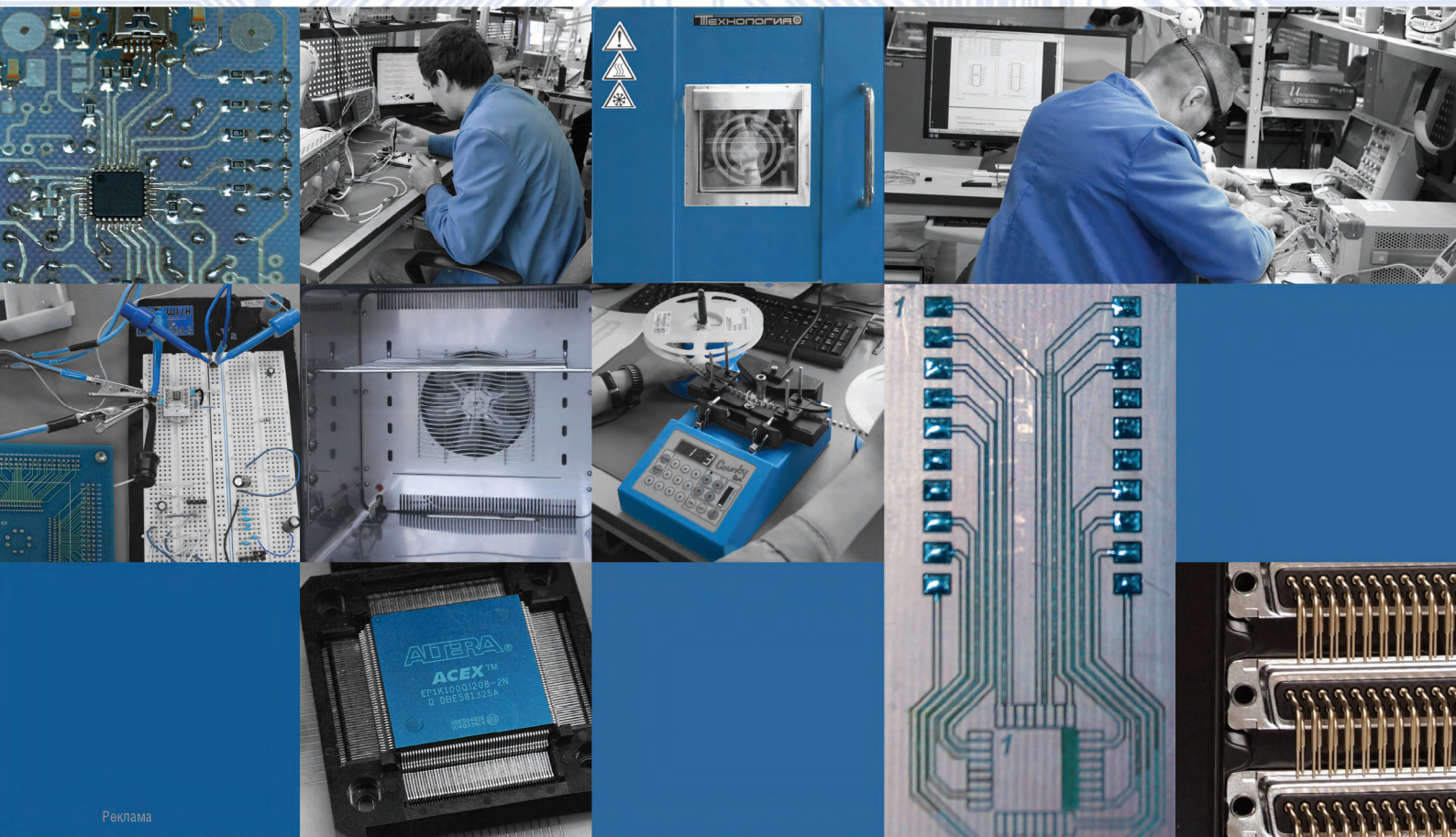
Цвет платы / Номер платы	Рисунок 5а, 1-й набор				Рисунок 5б, 2-й набор				Рисунок 5в, 3-й набор			
	Количество рядов отверстий	Ø, мм	L, мм	Развязка, дБ	Количество рядов отверстий	Ø, мм	L, мм	Развязка, дБ	Количество рядов отверстий	Ø, мм	L, мм	Развязка, дБ
Синяя трасса / 1-я плата	В раздельной дорожке нет заземляющих отверстий			5-6	1	0,3	0,3	77	В раздельной дорожке нет заземляющих отверстий			9
Красная трасса / 4-я плата	1	0,5	2,0	28	2	0,3	0,3	92	1	0,2	0,8	50
Коричневая трасса / 3-я плата	1	0,5	1,0	44	1	0,3	1,2	20	1	0,2	0,4	67
Чёрная трасса / 6-я плата	2	0,5	2,0	52	2	0,3	1,2	58,8	2	0,2	0,4	101
Малиновая трасса / 2-я плата	1	0,5	0,5	69	1	0,3	0,6	54	1	0,2	0,2	97
Зелёная трасса / 5-я плата	2	0,5	1,0	88	2	0,3	0,6	76	–			
Зелёная трасса / 7-я плата	–				–				2	0,2	0,8	74
Оранжевая трасса / 5-я плата	–				–				2	0,2	0,2	96



РАДИОАВТОМАТИКА

Поставка и сертификационные испытания электронной компонентной базы как отечественного, так и иностранного производства, в том числе испытания на воздействие спецфакторов и специальные проверки.

- комплексная поставка ЭКБ;
- проведение входного контроля ЭКБ;
- проведение сертификационных и дополнительных испытаний ЭКБ;
- проведение специальных проверок;
- консультирование по вопросам применения и выбора ЭКБ (оптимизация поставок, замена устаревшей или снятой с производства ЭКБ и т.д.)



Реклама

САПР AWR: сравнение результатов моделирования с экспериментом. Алгоритм обработки данных

Сергей Никулин, Алексей Торгованов (г. Нижний Новгород)

Целью данной статьи является ознакомление с основами интеграции NI AWR Design Environment с измерительной аппаратурой Rohde&Schwarz и написание собственных алгоритмов обработки данных. Представленные алгоритмы позволяют расширить и без того богатые возможности программного обеспечения, тем самым адаптируя его к специфическим задачам. В итоге получается существенно сократить издержки на цикл разработки и ускорить выпуск готовой продукции.

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире разработка электроники без использования САПР становится практически невозможной. NI AWR Design Environment заслуженно стал одним из наиболее востребован-

ных и популярных САПР для разработки СВЧ-электроники в России.

Со второй половины 1980-х гг., с появлением компактных персональных компьютеров, началась эпоха активного использования САПР для

разработки электронных устройств. Применение программного обеспечения избавило инженеров от рутинного ручного расчёта схем, повысило точность расчётов и значительно сократило время разработки: если в начале 1990-х гг. проектирование одного устройства могло занимать от 3 до 5 лет, то в настоящее время речь идёт лишь о нескольких месяцах.

САПР AWR позволяет моделировать СВЧ-схемы с достаточно высокой точностью. Тем не менее, достигнуть таких результатов невозможно без подготовительного этапа, заключающегося в создании библиотек моделей используемых компонентов и набора проектных норм, что в зарубежной литературе принято называть Process Design Kit (PDK). При работе в AWR можно использовать модели из PDK в качестве исходных данных для расчётов, при этом чем точнее будут модели элементов, тем больше результаты симуляции будут совпадать с экспериментом. Для создания таких моделей требуются характеристики, полученные при измерении реальных объектов. Для реализации данного этапа авторы предлагают использовать измерительное оборудование компании Rohde&Schwarz (R&S), поскольку оно легко интегрируется с САПР AWR, перекрывает большинство измерительных задач за счёт широкой продуктовой линейки, а также имеет оптимальное соотношение цена/качество. Кроме того, производство части продуктовой линейки анализаторов спектра и СВЧ-генераторов локализовано в Нижнем Новгороде на площадке «НПО им. Фрунзе» – ведущего российского производителя радиоизмерительного оборудования.

Данную статью можно условно разделить на две части: в первой части будет рассмотрена интеграция измерительного оборудования Rohde&Schwarz с САПР AWR, во второй – добавление пользовательских функций и алгоритмов обработки данных на примере использования скрипта Visual Basic.



Рис. 1. Пример удалённого управления приборами R&S из САПР AWR

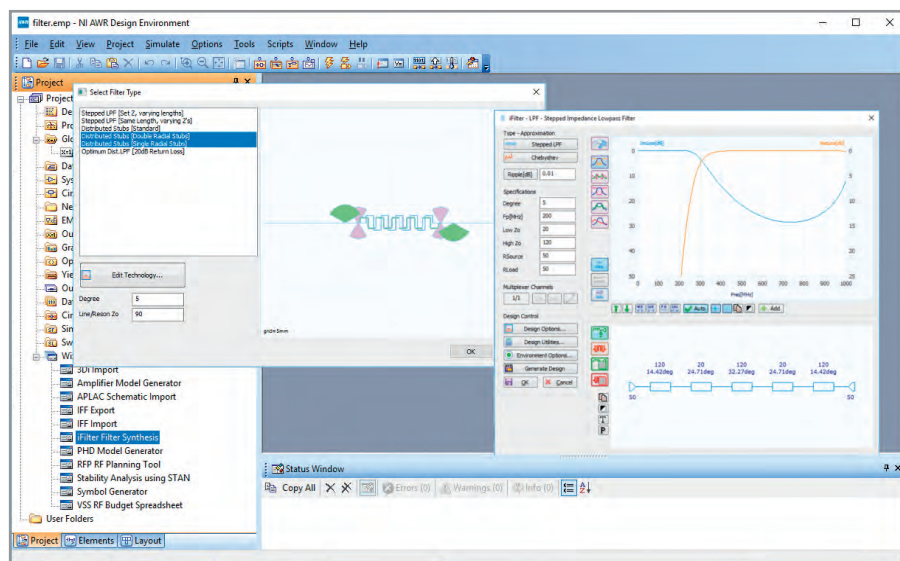


Рис. 2. Запуск модуля iFilter и сравнение топологий двух реализаций ФНЧ

ОДНА ПЛАТФОРМА, БЕЗ ПРЕГРАД.

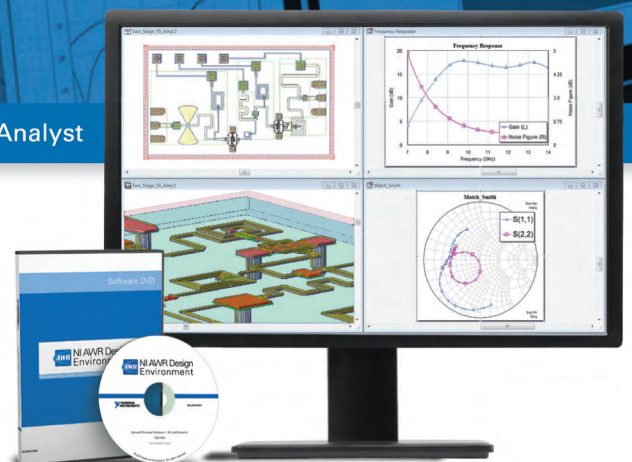
Простота гениальна

NI AWR DESIGN ENVIRONMENT

NI AWR Design Environment™ – это единая платформа, объединяющая системный, схемотехнический и электромагнитный анализ, для разработки продвинутых современных беспроводных систем: от базовых станций и мобильных телефонов до систем спутниковой связи. Интуитивно понятный пользовательский интерфейс, проверенные технологии симуляции и доступная архитектура с поддержкой сторонних решений – всё это устраняет преграды на пути к вашей успешной разработке! Проектирование стало гениально проще.

Более подробно см. на awr.com/ru

Microwave Office | Visual System Simulator | Analog Office | AXIEM | Analyst



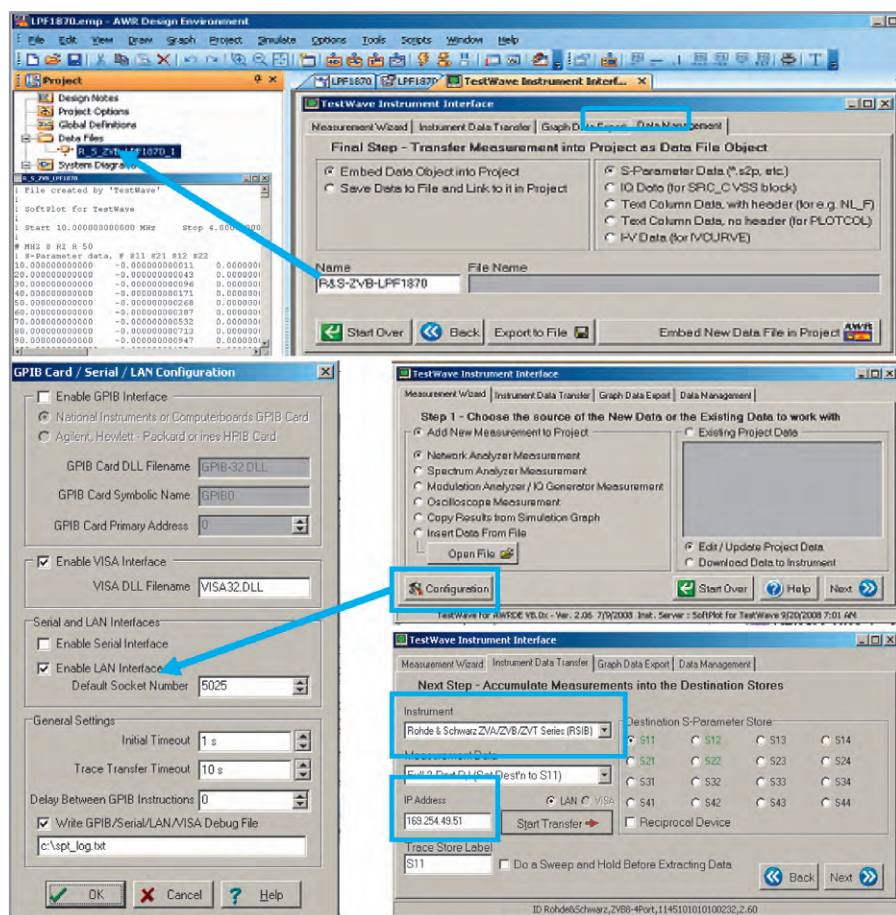


Рис. 3. Меню настройки удалённого управления измерительным оборудованием и сбора данных

РАБОЧЕЕ МЕСТО С ИНТЕГРИРОВАННЫМ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ

Благодаря совместному использованию САПР AWR с измерительными приборами R&S инженер может создавать и проверять новые решения на всех уровнях: от единичных компонентов схемы до анализа сложных систем [1, 2]. Такая связка позволяет разработчику в рамках одного проекта «на лету» объединять результаты симуляции и измерений, быстро проверяя, тем самым, правильность своей идеи.

В случае расхождений можно найти несоответствия модели с прототипом на ранних стадиях разработки. Оптимизация системной архитектуры проекта и уменьшение времени до начала выпуска серийной продукции достигается за счёт параллельной настройки модели и прототипа.

Использование компонента TestWave позволяет подключать к AWR векторные генераторы, анализаторы спектра, векторные анализаторы цепей и осциллографы. Компонент TestWave позволяет не только быстро и легко получать

наборы параметров СВЧ-цепей (например, в виде S-параметров или спектра сигнала), но и посылать синтезированный в среде AWR сигнал в реальные СВЧ-тракты, используя связку «векторный генератор – анализатор спектра». То есть осуществлять аппаратно-программное моделирование.

TestWave может удалённо управлять приборами R&S, используя большинство стандартных интерфейсов, и объединять приборы в сложные измерительные системы (см. рис. 1). На рисунке представлены: векторный анализатор цепей ZNB с матрицей коммутации ZN-Z8x, векторный генератор сигналов SMW, анализатор спектра FSX.

Пример 1. Разработка и оптимизация фильтра

Не секрет, что большинство ВЧ-фильтров (фильтры Чебышёва, фильтры Бесселя, фильтры Баттерворта, эллиптические фильтры и т.д.) при разработке могут быть описаны конечным набором передаточных функций. Помимо этого, существуют различные реализации этих фильтров: на сосредоточенных элементах, полосковых линиях, объёмных структурах и т.д. Несмотря на то, что количество аппроксимаций и возможных физических реализаций является конечным и хорошо изученным, поиск подходящего решения может занять длительное время в связи с необходимостью анализа технической литературы.

Модуль iFilter из пакета СВЧ-проектирования AWR включает в себя все основные аппроксимации и физические реализации фильтров. Это позволяет разработчику, не тратя времени на изучение нюансов проектирования того или иного вида фильтров, быстро

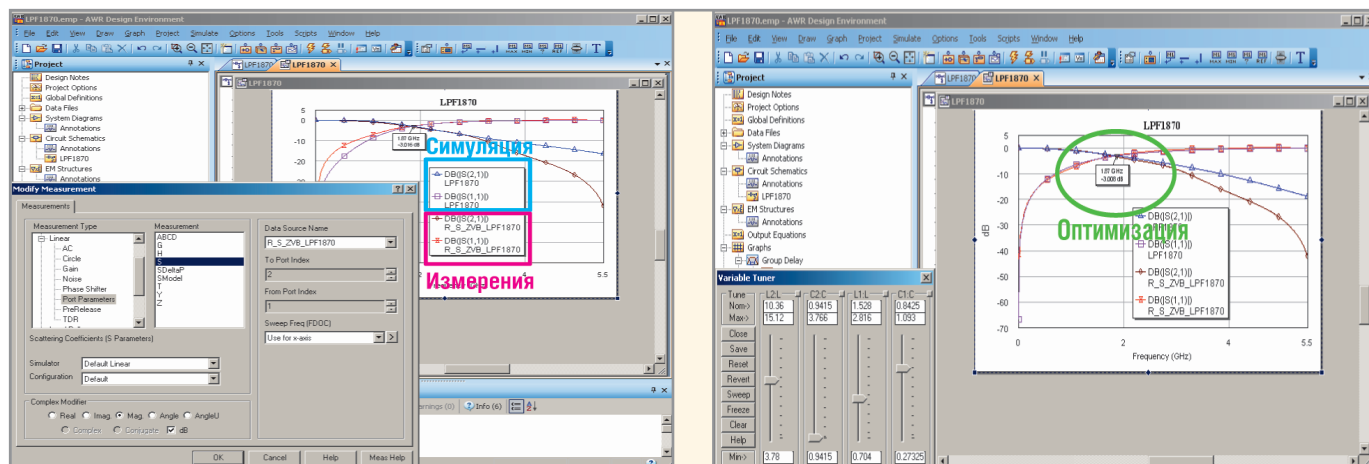


Рис. 4. Фильтр до подстройки (слева) и после подстройки (справа)

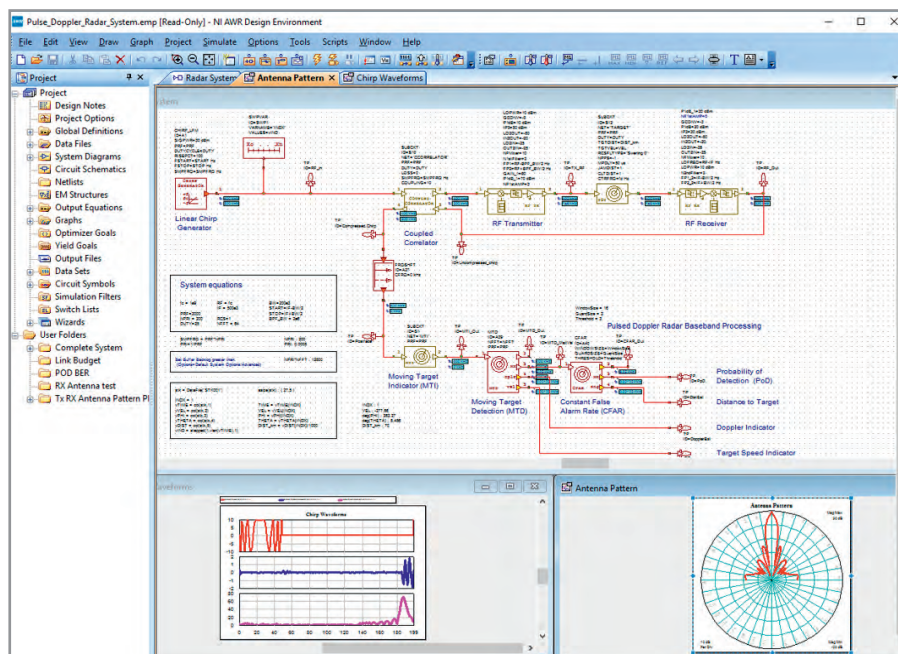


Рис. 5. Пример разработки РЛС в модуле Visual System Simulator (VSS)

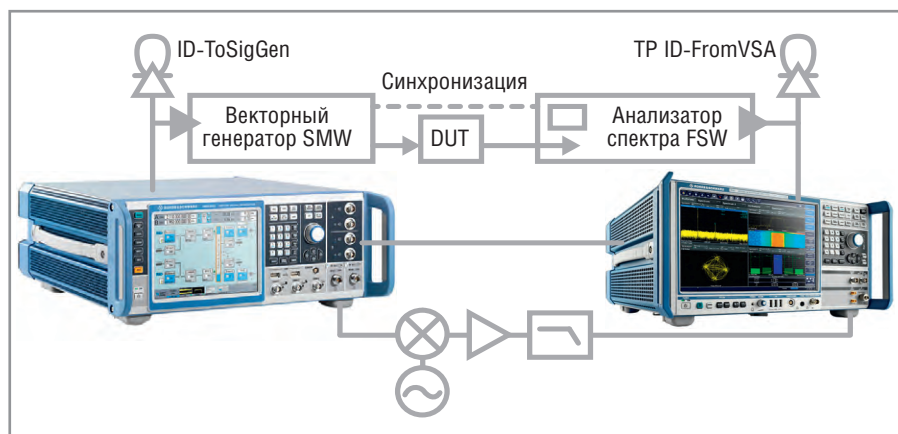


Рис. 6. Связка из векторного генератора SMW и анализатора спектра FSW для реализации программно-аппаратной симуляции СВЧ-тракта в среде AWR

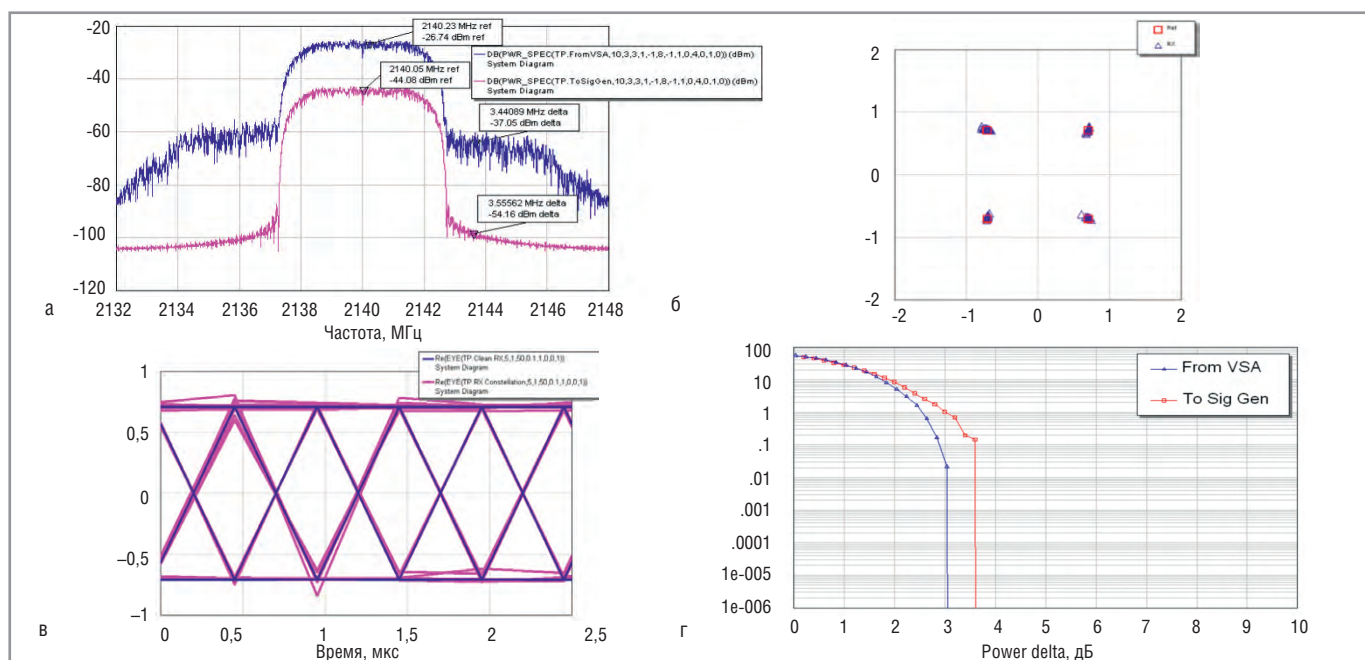


Рис. 7. Влияние усилителя мощности на модуляцию QPSK: а – спектры сигналов; б – созвездие; в – глазковая диаграмма; г – функция распределения мощности

получить несколько интересных его реализаций. Отметим, что iFilter может сравнивать реализации фильтров между собой (см. рис. 2).

Как только с помощью среды AWR будет получен прототип, в рамках единого проекта может быть проведено сравнение результатов симуляции с измерением. Более подробно процесс совместного использования векторных анализаторов R&S с САПР AWR описан в [2]. Меню подключения анализатора цепей и сбора данных показаны на рисунке 3.

После сравнения результатов моделирования и измерений можно с помощью инструментов оптимизации и подстройки подобрать значения элементов, при которых прототип будет удовлетворять требованиям ТЗ (см. рис. 4).

Пример 2. Минимизация искажений в СВЧ-тракте радиотехнических систем с цифровой модуляцией

Разработка радиолокационных и связанных систем начинается на системном уровне. В этот момент определяется, какими должны быть параметры её составных элементов, чтобы соответствовать требованиям ТЗ. В среде AWR системное моделирование проводится в модуле Visual System Simulator (см. рис. 5).

Разумеется, характеристики реальных модулей будут отличаться от идеализированных описаний, используемых в моделях. Для подбора ком-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	индекс	шаг	размер окна	формула	результат
2	5	3	1	6	8	7	2	1	10	1	1		(2)/1	2,00
2	5	3	1	6	8	7	2	1	10	2	3		(2+5+3)/3	3,33
2	5	3	1	6	8	7	2	1	10	3	5		(2+5+3+1+6)/5	3,40
2	5	3	1	6	8	7	2	1	10	4	5		(5+3+1+6+8)/5	4,60
2	5	3	1	6	8	7	2	1	10	5	5		(3+1+6+8+7)/5	5,00
2	5	3	1	6	8	7	2	1	10	6	5		(1+6+8+7+2)/5	4,80
2	5	3	1	6	8	7	2	1	10	7	5		(6+8+7+2+1)/5	4,80
2	5	3	1	6	8	7	2	1	10	8	5		(8+7+2+1+10)/5	5,60
2	5	3	1	6	8	7	2	1	10	9	3		(2+1+10)/3	4,33
2	5	3	1	6	8	7	2	1	10	10	1		(10)/1	10,00

Рис. 8. Применение динамического окна в алгоритме скользящего среднего

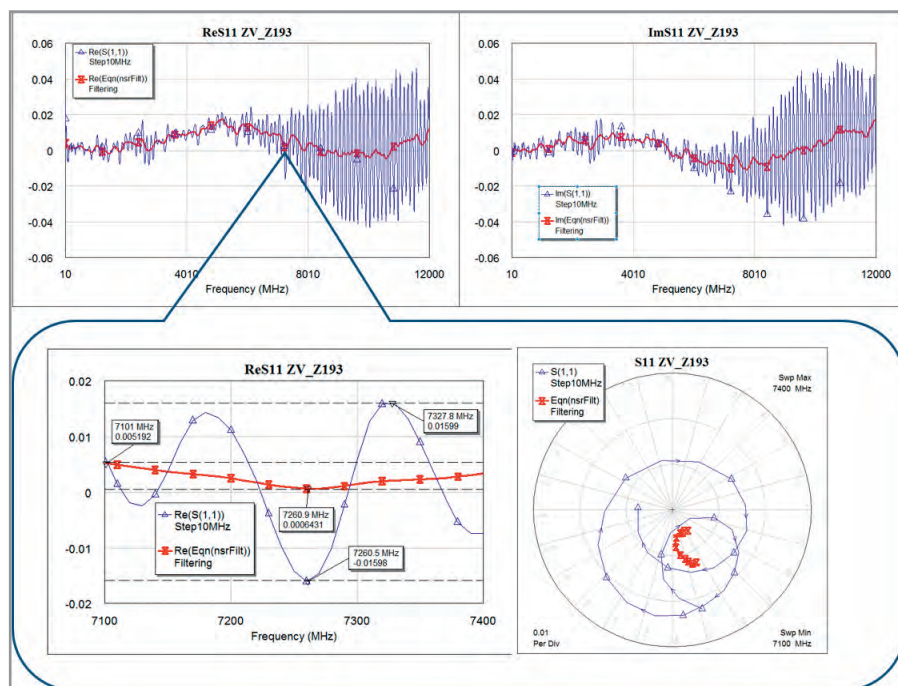


Рис. 9. Результат применения сглаживающего алгоритма к измеренному коэффициенту отражения кабеля ZV-Z193

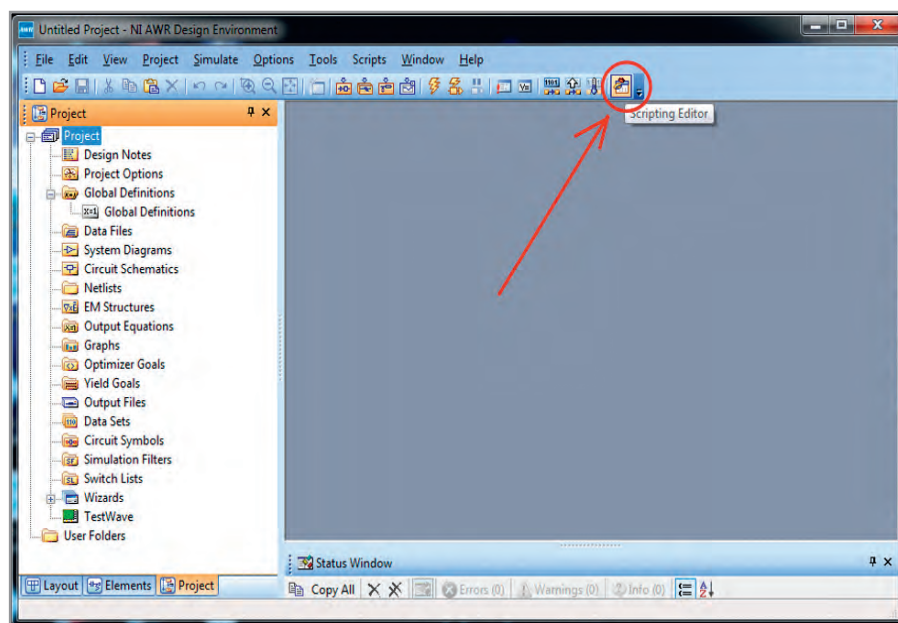


Рис. 10. Окно редактора скриптов

понентов системы, её тестирования и оптимизации с уже созданными модулями пользователь может провести аппаратно-программную симуляцию. В этом случае любой из модулей системы заменяется на связку векторного генератора с анализатором спектра со включённым между ними испытуемым устройством (ИУ). Поток IQ-данных формируется в САПР AWR, передаётся по интерфейсу удалённого управления в векторный генератор, сигнал с выхода генератора поступает на ИУ, с выхода ИУ – на анализатор спектра, после чего поток IQ-данных с анализатора поступает обратно в САПР для дальнейшей обработки (см. рис. 6). Более подробно об этом можно прочитать в [1].

Таким образом можно оценить искажение модулированного сигнала при прохождении ВЧ-тракта. Основными показателями качества сигнала с цифровой модуляцией при этом являются: уровень внеполосных излучений, влияние на созвездие, глазковая диаграмма, коэффициент битовых ошибок BER, оценка пик-фактора по функции распределения мощности CCDF.

Влияние усилителя мощности на качество сигнала с QPSK-модуляцией представлено на рисунке 7.

ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ

САПР AWR имеет большой набор встроенных функций, который перекрывает большинство стандартных задач. Тем не менее, случается так, что разработчику требуются уникальные алгоритмы обработки данных. Одним из самых быстрых способов сделать это – добавить собственную функцию, которую можно вызывать с помощью встроенного редактора формул Equations. Это позволит быстро создать итерационные алгоритмы с условиями, что в обычном редакторе формул невозможно. При этом вы получаете инструмент, встроенный в среду AWR, то есть отпадает необходимость в использовании внешнего ПО и решается проблема импорта и экспорта данных.

Рассмотрим, как это делается на примере алгоритма скользящего среднего во встроенном редакторе скриптов Visual Basic. Выбор инструментов реализации сделан из соображений наглядности. При необходимости это можно сделать на C++ и C# [3, 4].

Алгоритм скользящего среднего [5, 6] широко используется в технике. Его можно применить для фильтрации пространственных гармоник, вызванных рассогласованием в коаксиальной линии.

В качестве исходных данных был взят результат измерения кабеля ZV-Z193 на анализаторе цепей Rohde&Schwarz ZVA. Данные импортировались с помощью программного интерфейса TestWave. В проекте была использована разновидность алгоритма, называющаяся «простое скользящее среднее» или «арифметическое скользящее среднее» (Simple Moving Average, SMA), которое численно равно среднему арифметическому значений исходной функции за установленный период и вычисляется по формуле:

$$SMA_t = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} p_{t-i} = \frac{p_t + p_{t-1} + \dots + p_{t-i} + p_{t-n+2} + p_{t-n+1}}{n}$$

где SMA_t – значение простого скользящего среднего в точке t , n – количество значений исходной функции для расчёта скользящего среднего (сглаживающий интервал), при этом чем шире сглаживающий интервал, тем более плавным получается график функции, p_{t-i} – значение исходной функции в точке $t-i$.

Особенность алгоритма заключается в том, что на расстоянии ширины окна от начала и конца массива данных невозможно использовать окно той же ширины, что и в середине массива. Для компенсации этого эффекта используется динамически изменяющаяся ширина окна (см. рис. 8).

Далее покажем результат применения алгоритма к фильтрации осцилляций, возникших в результате неидеального согласования кабеля. Объектом исследования был кабель ZV-Z193 с соединительным разъёмом PC3.5 длиной 910 мм. Как видно из рисунка 9, на увеличенном фрагменте уровень разброса значений вещественной части коэффициента отражения изменился с 0,03 до 0,005, то есть в 6 раз. Из средней линии может быть рассчитан истинный опорный импеданс линии.

Для корректной работы алгоритма необходимо выбрать оптимальный размер окна, так как при узком окне не обеспечивается фильтрация данных, а при широком происходит искажение тренда.

Для создания такого скрипта необходимо выполнить следующие процедуры:

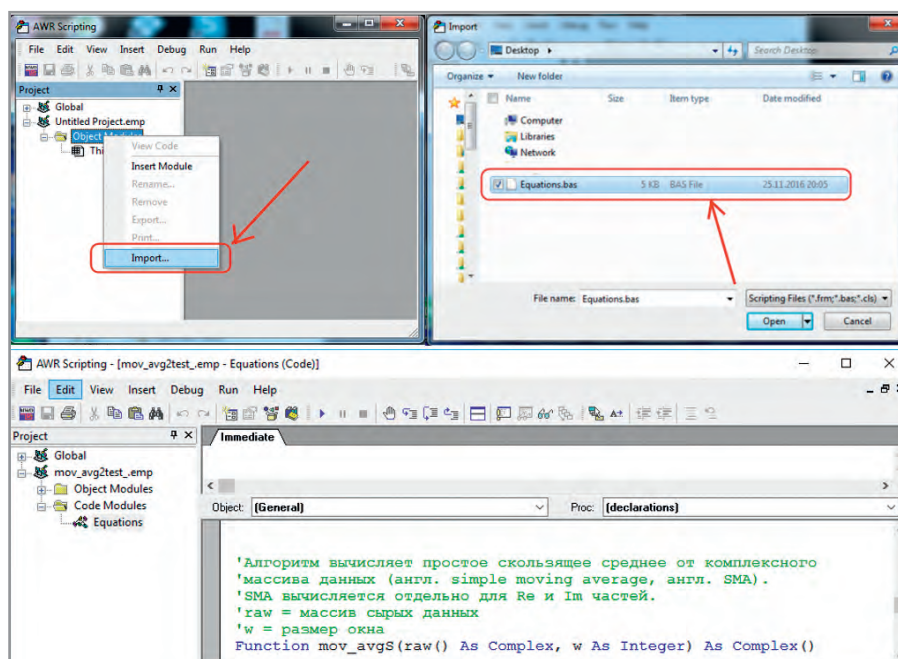


Рис. 11. Импорт готового файла Equations.bas

Листинг

```
'Алгоритм вычисляет простое скользящее среднее от комплексного
'массива данных (англ. simple moving average, англ. SMA).
'SMA вычисляется отдельно для Re и Im частей.
'raw = массив сырых данных
'w = размер окна
Function mov_avgS(raw() As Complex, w As Integer) As Complex()
    Dim nw() As Complex      'сглаженный массив
    Dim sm As Complex        'промежуточная сумма
    Dim num As Integer       'количество элементов в исходном массиве
    Dim i As Integer         'счетчики
    Dim j As Integer
    Dim cnt As Integer
    num = UBound(raw)
    If (num - 2 * w) < 1 Then
        'Проверка размерности массива
        MsgBox "Проверьте границы массива!"
        Exit Function
    End If
    ReDim nw(num)            'Динамическое выделение памяти массиву
    'Цикл начало массива без полного окна
    For i = 0 To w
        sm.Real = 0
        sm.Imaginary = 0
        For j = 0 To i + w
            sm.Real = sm.Real + raw(j).Real
            sm.Imaginary = sm.Imaginary + raw(j).Imaginary
        Next j
        nw(i).Real = sm.Real / (j)
        nw(i).Imaginary = sm.Imaginary / (j)
    Next i
    'Цикл с полным окном
    For i = w + 1 To num - w - 1
        sm.Real = 0
        sm.Imaginary = 0
        For j = i - w To i + w
            sm.Real = sm.Real + raw(j).Real
            sm.Imaginary = sm.Imaginary + raw(j).Imaginary
        Next j
        nw(i).Real = sm.Real / (2 * w + 1)
        nw(i).Imaginary = sm.Imaginary / (2 * w + 1)
    Next i
    'Цикл конец без полного окна
    For i = num - w To num
        sm.Real = 0
        sm.Imaginary = 0
        cnt = 0
        For j = i - w To num
            sm.Real = sm.Real + raw(j).Real
            sm.Imaginary = sm.Imaginary + raw(j).Imaginary
            cnt = cnt + 1
        Next j
        nw(i).Real = sm.Real / cnt
        nw(i).Imaginary = sm.Imaginary / cnt
    Next i
    mov_avgS = nw
End Function
```

- открыть редактор скриптов (см. рис. 10);
- создать в редакторе скриптов модуль с названием Equations или импортировать за три шага готовый файл Equations.bas, как это показано на рисунке 11 (программный код функции скользящего среднего для проекта AWR приведён в листинге);
- добавить функции в поле Equations (после создания скрипта в документе Equations необходимо ввести имя функции (mov_avgs), как это показано здесь:

```
mes = Step10MMz:S(1,1)
wr=7
mrMwoFilt=mov_avgs(mes, wr)
```

- для отображения результата на новом графике выбрать Add Measurements – Document Name – Equation Name и формат отображения, после чего нажать OK (см. рис. 12).

Выводы

САПР AWR предоставляет простой и удобный интерфейс для подключения измерительного оборудования Rohde&Schwarz, а также мощные инструменты для разработки и генерации моделей элементов и PDK. Всё это позволяет значительно сократить время разработки и оптимизации устройства. Точность симуляции в САПР зависит от качества моделей используемых элементов, которое порой бывает недостаточным для работы.

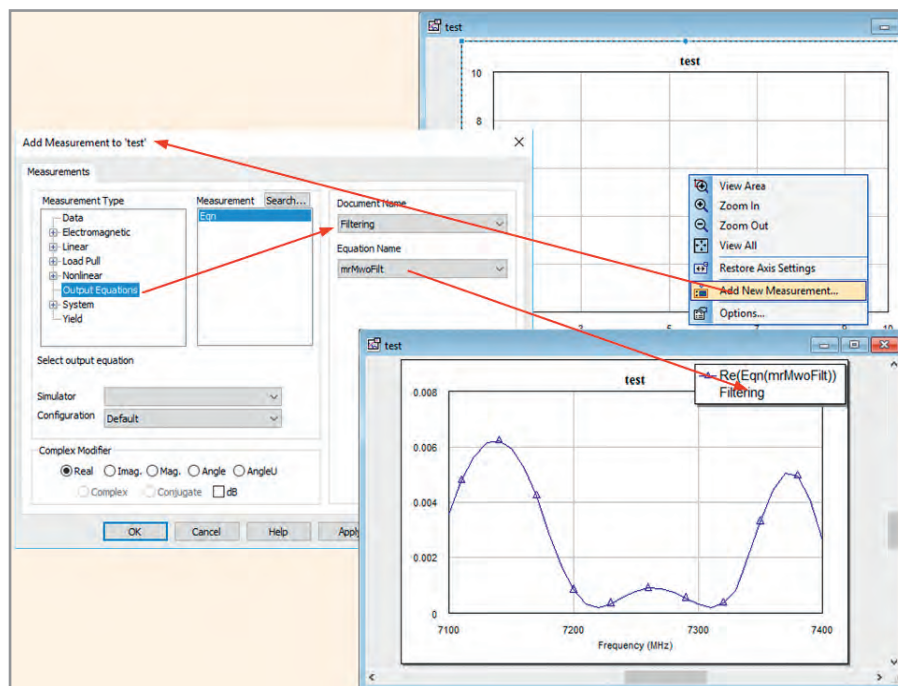


Рис. 12. Отображение результата на новом графике

К сожалению, российские производители компонентов не предоставляют модели на свои изделия, поэтому процесс их создания перекладывается на плечи разработчика и невозможен без использования измерительного оборудования. Связка программного обеспечения NI AWR Design Environment и измерительного оборудования Rohde&Schwarz значительно упрощает эту задачу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Rabim Fityaz Bin, Minibold Roland. Connectivity of R&S Test Solutions with AWR

Visual System Simulator (VSS). Application Note 1MA174_1c. Rohde&Schwarz. 2010.

2. Beer M., Bin-Rabim F., Seyboth D. Filter Design and Optimization Using the R&S ZVA/ZVB/ZVT Integrated with AWR EDA Software. Application Note 1MA163_3c. Rohde&Schwarz.
3. https://awrcorp.com/download/faq/english/docs/ApiReference/awr_scripting_guide.htm.
4. www.kb.awr.com/display/SCRIPTS/_API+Coding+FAQ#gsc.tab=0.
5. <https://habrahabr.ru/post/134375/>.
6. https://ru.wikipedia.org/wiki/Скользящая_средняя.



Новости мира News of the World Новости мира

Создан единый универсальный сенсор для «умного» дома

Устройство размером с крекер, разработанное выпускником Университета Карнеги-Меллон, объединяет все необходимые датчики и устройства для создания «умного» дома.

Жиар Лапу создал свой гаджет в рамках учебного проекта, который он назвал Synthetic Sensors. Он может определить, сколько бумажных полотенец ещё в запасе, сколько человек вошло или вышло из помещения, присматривать за пожилыми членами семьи, следя за их перемещениями. Лапу продемонстрировал работу прототипа на конференции по взаимодействию людей и компьютеров CHI в Денвере.

Толчком к созданию универсального устройства послужило желание понять, возможно ли создать компактную и эффектив-

ную альтернативу существующим умным гаджетам, которые не всегда хорошо сочетаются друг с другом, и беспроводным счётчиком, которые нужно размещать по всему дому. Для этого на одной плате соединились датчики движения, звука, давления, влажности, температуры, интенсивности освещения, электромагнитных помех и многое другое.

Затем изобретатель разместил пять таких сенсоров в здании – на кухне, двух кабинетах, гостиной и классе, и оставил работать на 2 недели. На кухне сенсор может заметить текущий кран или заканчивающиеся полотенца; в кабинете – услышит, как стучат в дверь; в гостиной сенсор оповещает, когда сварился кофе или открылась входная дверь.

Точность датчиков оказалась на высоте: через неделю обучения и тестов 38 сенсоров работали, в среднем, с 96% надёжно-

стью. Однако даже такой показатель может оказаться ложноположительным, и перед запуском производства его следует улучшить, пишет MIT Technology Review.

Пока это устройство нельзя купить, первая опытная партия в 100 штук была отпечатана недавно и проходит испытания. Стоимость производства сейчас составляет примерно \$100, но в случае массового производства она должна сократиться до \$30.

Иначе решает проблему многочисленных сенсоров в умном доме компания Sevenhugs, разработавшая универсальный пульт дистанционного управления Smart Remote, который поддерживает более 25 тысяч умных устройств. Если навести его на окно, он покажет прогноз погоды, а если на дверь – то вызовет такси.

ХАЙТЕК



www.lamsystems.ru

LAMSysteMS

ОСНАЩЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВ
И ЛАБОРАТОРИЙ
С ВЫСОКИМИ ТРЕБОВАНИЯМИ
К ЧИСТОТЕ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ



ЧИСТАЯ ЗОНА
НАД УСТАНОВКОЙ
ЭПИТАКСИИ КАРБИДА
КРЕМНИЯ



ЧИСТАЯ ЗОНА –
СБОРОЧНО-МОНТАЖНЫЙ
ЦЕХ МИКРОПЛАТ



ЧИСТАЯ ЗОНА
ДЛЯ ЮСТИРОВКИ ПРИЗМ



ЧИСТАЯ ЗОНА
ДЛЯ СБОРКИ МИКРОСХЕМ



ЧИСТАЯ ЗОНА
ДЛЯ ОТБОРА ПРОБ



ЧИСТАЯ ЗОНА
С НЕАКТИВНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ



ЧИСТЫЕ ЗОНЫ
ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЕРАЦИЙ ПО ФОТОЛИТОГРАФИИ



ЧИСТАЯ ЗОНА СО СВЕТОПОГЛОЩАЮЩЕЙ
ЧЕРНОЙ МАТОВОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ



ЧИСТАЯ ЗОНА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ЛАМИНАРНЫЕ БОКСЫ
ВЫТЯЖНЫЕ ШКАФЫ
ЧИСТЫЕ ЗОНЫ
ЧИСТЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ

+7 (3513) 255 - 255 sale@lamsys.ru

ОДЕЖДА ДЛЯ ЧИСТЫХ ПОМЕЩЕНИЙ
АНТИСТАТИЧЕСКАЯ ОДЕЖДА
СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ
РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

+7 (3513) 257 - 257 mail@lamsystems-lto.ru

Новости мира News of the World Новости мира

В России создана Ассоциация разработчиков и производителей электроники

13 июня 2017 года в ТАСС о начале своей работы объявила Ассоциация разработчиков и производителей электроники (АРПЭ).

В мероприятии приняли участие: исполнительный директор АРПЭ Иван Покровский; руководитель направления «Маркетинг» АО «Связь инжиниринг» Алексей Морозов; руководитель комитета по регулированию внутреннего рынка АРПЭ, директор по стратегическому маркетингу GS Group Андрей Безруков; руководитель комитета по контрактному производству АРПЭ, руководитель направления разработки и производства ООО «Эвотор» Сергей Зорин; руководитель международного комитета АРПЭ Антон Тюрин; руководитель кадрового комитета АРПЭ Татьяна Степанова.

Объединение учреждено крупнейшими частными игроками электронной отрасли: холдингом GS Group, компаниями «Зелакс», «АТОЛ», «Завод “Эталон”» и «Связь инжиниринг». Более 30 предприятий уже заявили о готовности присоединиться к работе АРПЭ. Плани-



руется, что в недалёком будущем Ассоциация объединит свыше 100 компаний. Исполнительным директором АРПЭ назначен Иван Покровский, занимающий должность генерального директора «Информационно-аналитического центра современной электроники».

АРПЭ нацелена на развитие российской электронной промышленности посредством координации деятельности частных компаний и государства, усиления отраслевой кооперации, реализации профориентационных мероприятий среди молодых специалистов, дальнейшего увеличения экс-

портного потенциала и выхода на глобальный рынок.

Ассоциация станет главным информационным центром отрасли, представителем отраслевых интересов в органах государственной власти, инициатором и координатором крупнейших инвестиционных проектов. АРПЭ предоставит своим участникам эффективную площадку для обсуждения законодательских инициатив, единых стандартов, последних отечественных разработок и продуктов.

Цель создания АРПЭ – консолидировать усилия бизнес-сообщества для реализации

СВЕРХТОНКЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ НА DIN-РЕЙКУ

XP XP Power



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

ProSoft®
WWW.PROSOFT.RU

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

МОСКВА
(495) 234-0636
info@prosoft.ru

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

ЕКАТЕРИНБУРГ
(343) 376-2820
info@prosoftsystems.ru



Реклама

Новости мира News of the World Новости мира

отраслевой стратегии, направленной на развитие российской электронной промышленности, становление национальных технологических чемпионов и укрепление их позиций на внутреннем рынке, дальнейший рост экспортного потенциала отечественной электроники и выход на мировой уровень. Среди первоочередных задач, стоящих перед участниками Ассоциации, — проведение комплексного анализа отрасли, разработка стратегии её развития, оценка реальных возможностей отечественных предприятий, продвижение собственных предложений по регулированию отрасли в органах государственной власти, противодействие незаконной деятельности на рынке.

Участие в работе АРПЭ поможет компаниям выстраивать партнёрские отношения и объединяться в эффективно работающие цепочки, что позволит поэтапно восстанавливать и развивать в России разработку и производство оборудования, компонентов и материалов. Важнейшим направлением работы Ассоциации станет содействие интеграции российских производителей в проекты по обеспечению ускоренного цифрового развития российской экономики, в том числе в программу Национальной технологической инициативы.

В настоящее время в составе Ассоциации оформился ряд комитетов:

- комитет по регулированию внутреннего рынка, нацеленный на значительное увеличение доли отечественных производителей на российском рынке;
- международный комитет, содействующий выходу российских компаний на зарубежные рынки;
- комитет по контрактному производству, ориентированный на популяризацию и внедрение на предприятиях эффективных моделей контрактного производства;
- кадровый комитет, осуществляющий профориентационную деятельность в школьной и университетской средах и отвечающий за развитие кадрового потенциала компаний-участников АРПЭ.

Ассоциация нацелена на расширение количества комитетов, направленных на решение актуальных для отрасли проблем.

«Сегодня очевиден существенный технологический разрыв между Россией и Западом. Нам необходимы действенные меры по восстановлению и укреплению электроники как драйвера инновационного, экономического, социального развития и основы технологической независимости государства. Ассоциация считает глобальный рынок главным ориентиром долгосрочных планов развития, но для выхода на него важно восстановить оте-

чественную электронную промышленность: консолидировать усилия частных компаний и регуляторов для реализации отраслевой стратегии, создавать собственных технологических чемпионов и наращивать экспортный потенциал. Мы уверены в том, что реализация амбициозной стратегии развития отрасли электроники внесёт весомый вклад

в повышение темпов экономического роста и выведения российской экономики из стагнации», — прокомментировал руководитель комитета по регулированию внутреннего рынка АРПЭ, директор по стратегическому маркетингу GS Group Андрей Безруков.

**Информационно-аналитический
Центр Современной Электроники**



Магнитодиэлектрики MICROMETALS

Применение сердечников Micrometals гарантирует:

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



ProCHIP
POWERED BY ProSOFT

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

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



Реклама

«Опасность» силовой электроники

Пётр Новыш (Санкт-Петербург)

Воспоминания инженера о работе с Виктором Васильевичем Екимовым и об опасностях, которые несла усилившаяся роль партии в коммунистическом строительстве.

Во ВНИИМП (мощного радиострое-ния), куда я был распределён в шестьде-сят пятом году после окончания ради-отехнического факультета Ленин-градского института Авиационного приборостроения, группой фанати-ков-трудооголиков создавалась творче-ская идиллия.

Их упорство, самопожертвование и амбиции были чисты и притяга-тельны: они создавали самую пере-довую умопомрачительно изощрён-ную и дорогую силовую электронику того времени – сердцевину ускорите-лей заряженных частиц и локационных станций, включая уникальные – круп-нейшие в мире.

Это было весьма интересно – насто-ящая мужская игра с полной самоот-дачей. Боготворимые мной ведущие разработчики были удивительно само-достаточны и материально бескорыст-ны, одеты бедно, часто неряшливо, но бытовая нищета их как-то совершенно не тяготила.

Моему обожаемому наставнику Вик-тору Васильевичу Екимову казалось смешным, что кроме работы можно иметь в жизни ещё и какое-то хобби.

Он и оказался моим наставником инженерного дела, учил видеть при-оритеты в многофакторных техниче-ских задачах. Особенно мне импони-ровали его практические методы при-ближенного анализа электрических цепей и удивительный талант отыска-ния в многомерных задачах оптималь-ного одномерного решения. Страдал он только от недостатка рабочего време-ни, хотя норма его труда была часов по четырнадцать в день. И это ежеднев-но, включая субботу. «Как ни старай-ся, а больше двух листов в день ориги-нального текста не напишешь!» – тоско-вал он.

Виктор Васильевич очень любил, когда подчинённый к концу намечен-ного срока работы подходил к нему и, опустив глаза, говорил, что что-то не получается. Его ответ был стандартным: «Ничего, не беспокойтесь, я сделаю!».

И делал-таки. Рай для паразитов, кото-рые частенько не бывали благодарны-ми: когда он, закрутившись с их же зада-чами, нечаянно садился мимо стула, их мгновенной реакцией был только сме-шок. «Екимов всё делает за всех!» – это было нормой.

Его отличала удивительная бытовая скромность. Внешне ничего началь-ственного в нём не просматривалось. В командировках, бывало, его, началь-ника, в первый день принимали за под-собника и просили нести груз. И он нёс, а подчинённые часто не спешили помочь. Под статью его скромности была и его подпись – небольшая округ-лая прописная «Е» с ещё меньшей зако-ручкой на самом краешке листа.

Но вся эта скромность существовала до тех пор, пока не поднимались вопро-сы технической идеологии. И вот тут уж он становился тираном – жестоким, непреклонным и упрямым. Особенно доставалось мне.

Вот наш типичный диалог после моей иногородней командировки:

– Ну кто Вам разрешил убрать транс-форматор из цепи отключения тира-трона?

– Но ведь конденсаторное отключе-ние проще, меньше потерь, освобож-дается место для других дел...

– Как хорошо и мягко раньше выклю-чался тиратрон, а теперь... Уродство какое-то. Что Вы себе позволяете?

– Ну и что, зато...

Так зло мы ругались с ним поч-ти после каждой моей иногородней командировки.

На технарей, подобных Екимову, я смотрел с завистью и востор-гом. И мне, молодому специалисту, очень хотелось найти среди них сво-его научного шефа. Но судьба распо-рядилась иначе. Я так и не смог при-строиться к чьей-нибудь толковой научной школе. Может немалую роль в этом сыграла моя ершистость, нео-боснованно большое свободолобие, да и грешное нежелание заниматься рутинным трудом.

Поэтому, наверно, решив, что меня всё равно не исправишь, вместо «пере-выполнения плана» начальство стало мне давать небольшие самостоятель-ные исследовательские работы [1]. Раз-умеется, вёл я их не один, но всегда полу-чалось, что, вне зависимости от адми-нистративной структуры, в них я, так или иначе, оказывался неформальным лидером. Это требовало постоянного напряжения. Целыми днями я пребы-вал погруженным в технические идеи, полюбил вкус научных исследований, непрерывным потоком стал писать тех-нические статьи и заявки на предпола-гаемые изобретения: благо всё было новым.

Когда я завершал описание отчёта по научно-исследовательской работе (а это обычно 100–200 страниц ори-гинального текста), у нас с Виктором Васильевичем шла многодневная бит-ва. Конечно, половина замечаний была, безусловно, справедливой и полез-ной, за что я демонстративно и даже пафосно не скрывал своей благодар-ности Екимову. Ещё тридцать процен-тов замечаний я принимал, не считая их справедливыми, но за двадцать процен-тов разногласий стоял насмерть. Боже, как нам самим и окружению надоеда-ла ругань! Сотрудники в это время меня ненавидели и в открытую выражали свою неприязнь. Компромиссы нахо-дились крайне болезненно. В основ-ном, конечно, побеждал начальник, но к его чести все, даже мелкие разно-гласия, разрешались только консенсу-сом. При этом удивительно то, что после окончания споров зла друг на друга мы не держали.

Он был для меня и этическим автори-тетом, почти божеством, хотя, насколько я понимал, полностью поддерживал существующий политический режим вплоть до того, что оправдывал сталин-ские репрессии (Беломорканал и т.п.). Правда, разоткровенничавшись однаж-ды, он вполне определённо высказал-ся, что не допускает возможности для себя вступить в пр авящую политиче-скую партию. Для того времени такое заявление было необычайно смелым и даже дерзким.

С соисполнителями у меня всегда были хорошие дружеские отношения. Особенно со старшими по возрасту

инженерами-практиками, незабвенными моими товарищами, кристально доброжелательными идеалистами – Тамарой Борисовной Павловой и Леонидом Антоновичем Калиной. Руководству старался, насколько хватало ума, особенно не перечить. Наверно, в моей жизни это время было не самым производительным, но зато самым прекрасным: молодость плюс, как говорят в технике, работа на согласованную нагрузку.

Хотя, если быть предельно откровенным, до меня иногда со стороны доходили «сентенции» вроде «вот мы работаем, не покладая рук, перевыполняем план, «кровью харкаем», а этот гад изобретательством занимается».

Лет через десять, когда не только из газет стало ясно, что роль партии в коммунистическом строительстве усилилась, у меня не обошлось без «ожогов».

Например, официальное лицо в долгой беседе указало мне, что я неверно понимаю роль отдельных съездов Партии. То обстоятельство, что я не собираюсь вступать в эти «глухие согласные», то есть КПСС, не имело существенного значения. Указано мне было даже, например, и на то, что я употребляю политически негативное слово «конвергенция», не понимая его значения.

Наконец, дело дошло до того, что в моей аттестационной характеристике, подписанной судьбоносным «треугольником», кроме унифицированной части в один лист, которая для всех писалась чуть ли не под трафарет, появилась нестандартная запись, где указывалось, что я «недостаточно активен в профсоюзной деятельности». В вольном переводе это означало, что если я

и дальше буду такой же стервец, то на последующей аттестации мне «влепят негатив» более высокого уровня. Например, что «личное ставит выше общественного». То есть получу отрицательную характеристику, при которой окажется сомнительной сама возможность профессиональной деятельности. Подобные прецеденты с моими коллегами уже случались.

До войны в подобной ситуации люди исчезали на несколько лет: из Ленинграда уезжали в провинцию и там «отсиживались».

Глеб Сташков в популярном историческом журнале [2] объясняет это операцией НКВД «Бывшие люди»: «в течение месяца из Ленинграда в места не столь отдалённые выехали 11072 человека, 4592 – главы семейств, 4393 из них расстреляны в 1937–1938 гг.».

Говорят, что последний пакет массовых репрессий был в тридцать седьмом. А вот моего родного отца, Георгия Николаевича Троицкого, забрали в 1941 г., когда ему было 26 лет, а мне – один год. Можно понять прекрасное классовое чутьё: ну не мог быть «нашим» человек, владевший четырьмя европейскими языками, кандидат технических наук, автор только что вышедшей большим тиражом книги в 300 страниц с подозрительным названием «Свойства чугуна». Кроме того, у него был «пунктик»: не имея на то никаких особых разрешений, носился со своим изобретением нового нотного письма. И всё это при том, что в родне его не было никого с пролетарским происхождением: все мужчины поголовно были ведущими инженерами-строителями, причём последних из

них забрали в места не столь отдалённые в 1937 г.

Только мне, случайно единственному недобитому последышу этой семьи, повезло. Я остался. Даже вырос и выучился на инженера. И сегодня согласен с мудрецом и поэтом Леонидом Филатовым: «Не могу похвастаться, что мне что-то запретили или в чём-то меня ущемили большевики. Потом уже... были какие-то ожоги. Но это ерунда... Не все ведь штучки были в лицо... Была всё же некая идиллия по-советски...».

«Нашим» тогда уже казалось неприличным без разбора не только уничтожать, но даже и, смешно сказать, сажать людей. Поэтому мне, во избежание всех грядущих неприятностей, вполне достаточно было просто сменить место работы. Что я быстренько и сделал: продолжил дальше заниматься [3] своей любимой рекуперацией энергии в индуктивных нагрузках и формированием мощных импульсов, но уже в другой, более военизированной (а потому с меньшими финансовыми проблемами) конторе.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Новый Пётр*. Лев Данилов. Современная электроника. 2015. №1. С. 76–79.
2. *Глеб Сташков*. Ваш тайный советник. 2016. №3. С. 63.
3. www.proza.ru/2010/01/09/225.
4. *Новый Пётр*. «Растровый узел»: свят лишь План. Современная электроника. 2016. №1. С. 66–67.
5. *Новый Пётр*. В отделе Быховского. Современная электроника. 2015. №8. С. 96–98.
6. *Новый Пётр*. Исповедь советского изобретателя в области силовой электроники. Современная электроника. 2016. №9. С. 78. 

Новости мира News of the World Новости мира

«Росэлектроника» объединит тысячи вычислительных машин в суперкомпьютерные сети

Объединённый холдинг «Росэлектроника» (входит в госкорпорацию «Ростех») начал поставки на гражданский рынок коммуникационных адаптеров, способных объединять тысячи компьютеров в высокоскоростные сети для решения суперкомпьютерных задач в области аналитики, прогнозирования и проектирования.

Коммуникационная сеть с кодовым названием «Ангара» позволяет взаимодействовать вычислительным машинам, находя-

щимся как в одном здании, так и на расстоянии в несколько тысяч километров друг от друга. При этом возможности «Ангары» практически безграничны – адаптеры позволяют концентрировать в единой сети мощности до 32 тысяч компьютеров (узлов), в том числе разных производителей и с разной архитектурой центральных процессоров.

Одним из первых гражданских заказчиков новой разработки стал Объединённый институт высоких температур (ОИВТ) РАН – ведущий научный центр России в области современной энергетики и теплофизики. Созданный для института 32-узловой вычислительный кластер с сетью «Анга-

ра» направлен на решение задач в области молекулярной динамики.

Основой сети является сетевой адаптер (плата) на базе сверхбольшой интегральной схемы (СБИС) ЕС8430. По функциональности, производительности и надёжности «Ангара» сопоставима с современными разработками мировых лидеров в этой области – Cray, IBM, Mellanox.

В составе «Росэлектроники» разработку и производство «Ангары» ведёт московский «Научно-исследовательский центр электронной вычислительной техники» (НИЦЭВТ).

**Пресс-служба Объединённой
Росэлектроники**

В Москве прошёл ежегодный форум Altium «Инновации в проектировании электроники»

23 мая 2017 года в Москве в Сокольниках компания Altium Limited, ведущий мировой разработчик в области автоматизации проектирования электронных устройств, провела ежегодный форум «Инновации в проектировании электроники».

На одной площадке для обмена опытом, обсуждения решений и живого общения собрались разработчики, инженеры и пользователи продуктов для проектирования электронных устройств (САПР) из ведущих российских и зарубежных компаний. Более 400 специалистов посетили это мероприятие.

Участники форума первыми узнали о новых возможностях обновлённых продуктов компании – Altium Designer 17.1 и Altium Vault 3.0.

Особое внимание было уделено стратегическому вектору развития программных решений компании, в частности, было сделано заявление о предстоящем релизе Altium Designer 18, запланированном на осень настоящего года.

Пообщаться с пользователями программных продуктов Altium приехали руководители российского представительства – Станислав Дьяконов, директор по развитию Altium в России и СНГ, Вячеслав Костинский, генеральный директор по развивающимся рынкам, Сергей Костинский, вице-президент по разработке Altium, и Алексей Сабунин, продукт-менеджер. В связи с чем у участников форума появилась уникаль-

ная возможность задать интересующие вопросы непосредственно создателям и продукт-менеджерам Altium.

В рамках форума, ставшего уже традиционным, функционировала интерактивная площадка «User-zone», позволявшая любому желающему оценить все функциональные возможности Altium Designer 17.1, а также получить индивидуальную консультацию от технических экспертов компании. Желающих оказалось гораздо больше, чем отведённого на это мероприятие времени. Аудитория засыпала выступающих вопросами, специалисты Altium записывали пожелания российских разработчиков.

«Российский рынок – один из ключевых для Altium, ведь нашими клиентами уже сегодня являются порядка 2000 различных крупных и средних предприятий. Поэтому не удивительно, что каждый год интерес со стороны представителей радиоэлектронной отрасли России к нашему форуму только растёт: в прошлый раз участниками стали около 300 специалистов, в этом году их количество перевалило за 400. Форум Altium – это мероприятие, в рамках которого мы, прежде все-

го, стремимся построить живой диалог с существующими и потенциальными пользователями, получить от них комментарии и предложения по улучшению наших продуктов, а также помочь повысить эффективность процесса проектирования», – отметил Станислав Дьяконов, директор по развитию Altium в России и СНГ.

«В обновлённой версии Altium Designer 17.1 были решены многие вопросы, поднятые клиентами через систему BugCrunch в AltiumLive, – уточняет Егор Чириков, технический эксперт НПП «Родник», официального реселлера компании Altium Ltd. – Новые функции призваны оптимизировать процесс создания проектной документации и в целом ускорить процесс разработки в Altium Designer».

К наиболее интересным и обсуждаемым пользователями новым возможностям версии Altium Designer 17.1, по мнению Егора Чирикова, можно отнести:

- Draftsman расширил возможности по оформлению чертежей. Обновления включают, наряду с основными видами, возможность размещения изометрического вида платы и разделения таблицы BOM на несколько частей, возможность указывать обозначение допусков с гибкими настройками в соответствии с ГОСТ и работать с многовариантными проектами, можно указывать шероховатость на чертеже в соответствии с ГОСТ и вручную располагать обозначения Designer.
- Отмена нарушений правил DRC. Нарушения могут быть отменены из панели PCB Rules And Violations и Messages. При отказе от нарушения, можно зафиксировать информацию о том, кто и почему отказался от нарушения, а также время, когда нарушение было отменено.
- Проверка полигонов при запуске Design Rule Check (DRC). При запуске DRC, даже при отключении правила, первыми проверяются полигоны. Если конструкция содержит не перезаполненный полигон и нарушения найдены, выводится предупреждение о том, что DRC может быть неправильным. В ходе презентаций были отмечены отдельные улучшения пользовательско-



го интерфейса и общее повышение стабильности платформы.

В рамках форума было организовано несколько специализированных секций, спикерами которых стали ведущие представители радиоэлектронной отрасли.

В частности, сотрудники дизайн-центра Skat-pro посвятили своё выступление особенностям перехода на Altium Designer со сторонних САПР. Инженер-конструктор Вячеслав Кухарук продемонстрировал это на примере Expedition.

Презентация продукт-менеджера Altium Виктора Ухина была посвящена разработке конструкторской документации в соответствии с ЕСКД в Draftsman.

На секции «Multiboard» продукт-менеджеры Altium рассказали об инновационной технологии «Multiboard Design», позволяющей вести разработку устройств, состоящих из нескольких печатных плат.

В рамках секции «Организация информационного пространства на базе Altium Vault» аудитории был представлен обзор новых возможностей Altium



Vault 3.0 – системы организации информационного пространства для управления инженерными данными изделия.

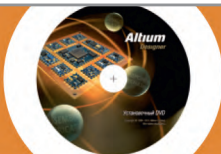
В работе форума приняли участие представители Новгородского государственного университета с докладом о формировании текстовой конструкторской документации для электронных модулей в соответствии с ЕСКД в среде Altium Designer.

Благодаря докладу Сергея Семёнова, технического специалиста ЗАО «Саровские Лаборатории», участники форума

смогли узнать о технологии двустороннего обмена данными между продуктами Altium и решениями для конструкторского проектирования (MCAD) российских разработчиков, в частности об интеграции с PDM/CAD Компас 3D.

Форум завершил свою работу: доклады прочитаны, секции закрыты, а желающие пообщаться с разработчиками одного из самых популярных САПР-инструментов и протестировать новые возможности не хотели покидать зал.

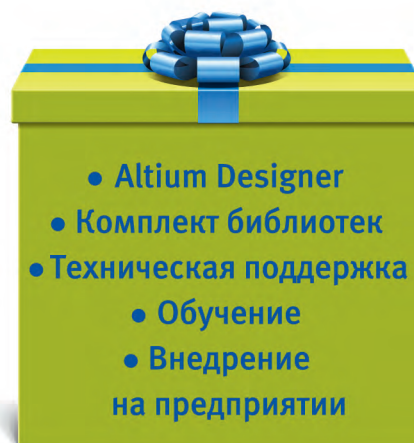
До встречи в следующем году.



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 1981 года
РОДНИК
СИСТЕМНЫЙ ИНТЕГРАТОР

Реклама

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

Электроника для транспорта в Сокольниках

В рамках выставки «Электроника-Транспорт 2017» 5 апреля 2017 года прошла ежегодная конференция, организованная журналом «Современная электроника» и посвящённая применению электроники на транспорте – «Электронные модули и компоненты для транспортного приборостроения и транспортных систем».

Основной задачей конференции является содействие выпуску надёжной радиоэлектронной аппаратуры для транспортного комплекса, в связи с чем на конференцию были приглашены ведущие конструкторы и разработчики более 130 предприятий, выпускающих системы железнодорожной автоматики, телемеханики, управления, диагностики, связи и навигации, оплаты проезда, информационные системы.

Тематический план конференции, по традиции, отличался разнообразием освещаемых в докладах вопросов, проблематик, тенденций и новых решений:

- опыт разработки современных систем железнодорожной автоматики, транспортной электроники, компонентов автомобильной электроники;
- силовая электроника;
- бортовые компьютеры. Средства отображения информации;
- телекоммуникационные модули;
- комплектация и производство транспортной электроники;
- электротехника и инструмент;
- ПО для встраиваемых вычислительных комплексов.

С докладами выступили представители таких крупных компаний, как НПФ «Диполь», ПРОСОФТ, Prochip и Advantech.

Первым с докладом, посвящённым нормативной регламентации электротехники, выступил представитель

тромагнитной совместимости транспортных средств в рамках Таможенного союза и испытательно-измерительным комплексам для её тестирования на базе продуктов компании TESEQ, выступил руководитель направления ЭМС компании НПФ «Диполь» Андрей Смирнов.

Представитель компании ПРОСОФТ Алексей Пятницких рассказал о транспорте будущего с точки зрения новых решений во встраиваемых системах. В своём докладе он обозначил вероятные направления дальнейшего развития учёта пассажиропотока и систем парковки частного автотранспорта.

С докладом о новинках iBASE «Экономичные решения для информационных услуг на пассажирском транспорте» выступила Любовь Бабушкина.

Третий докладчик от компании ПРОСОФТ – Сергей Воробьёв рассказал о новом промышленном коммуникационном оборудовании для применения на подвижном составе.

От компании Prochip на конференции журнала «Современная электроника» выступили Ольга Романовская и Игорь Матешев. Доклад Ольги Романовской был посвящён новым разъёмам Harting для ж/д-применений, где ко всем элементам применяются особые требования. Игорь Матешев в своём докладе рассказал об особых дисплеях Spanipixel, которые отличает нестан-

дартный формат, открывающий новые горизонты применения.

Закрывал конференцию «Электронные модули и компоненты для транспортного приборостроения и транспортных систем» доклад менеджера по работе с ключевыми клиентами Дмитрия Хвиста «Продукция компании Advantech для транспорта. Создание единой транспортной сети».

Посетители конференции приняли активное участие в обсуждении докладов, которое продолжилось после мероприятия, в зонах отдыха и на стендах экспонентов выставки «Электроника-Транспорт 2017».

11-я международная выставка информационных технологий и электроники для транспорта «Электроника-Транспорт 2017», прошедшая 5–7 апреля в Москве в КВЦ «Сокольники», организуется для производителей приборов и оборудования для транспортной отрасли, а также для специалистов предприятий автомобильного, городского, железнодорожного транспорта и метрополитенов. Тематика экспозиции включает системы диспетчеризации и управления движением, информационные системы, комплексы навигации, связи, автоматику и телемеханику, системы безопасности и видеонаблюдения, диагностические и измерительные приборы, электронные компоненты и модули для транспортного приборостроения. В этом году выставочную экспозицию посетили около 2000 специалистов из 800 предприятий. ☺



Фотографии с выставки «Электроника-Транспорт 2017» смотрите на сайте www.soel.ru в разделе Фотоотчёты.



3-я международная специализированная выставка



ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ

12-14 сентября 2017 года

Крокус Экспо

- станкостроение
- машиностроение
- металлургия
- топливно-энергетический комплекс
- атомная промышленность
- химико-технологический комплекс
- сельское хозяйство
- производство, переработка и хранение продуктов питания
- информационные технологии, связь
- радиоэлектроника
- лесопромышленный комплекс и деревообработка
- строительная индустрия
- лёгкая промышленность
- локализация производства
- наука
- медицина
- фармацевтика
- банки и финансовые структуры
- православные традиции
- регионы России

Организатор:

 **КРОКУС ЭКСПО**
Международный выставочный центр

www.imzam-expo.ru

12+
реклама

Актуальные вопросы аттестации испытательного оборудования

Практически каждый руководитель лаборатории сталкивается с необходимостью аттестации испытательного оборудования. При этом возникает множество вопросов, по сути сводящихся к элементарной экономии материальных издержек. На самые часто встречающиеся вопросы отвечает главный метролог АО «ТЕСТПРИБОР» – Халид Дарвинович Качаев.



Аттестация испытательного оборудования является обязательной процедурой при выполнении работ в интересах обороны и безопасности страны.

АО «ТЕСТПРИБОР» в числе первых в установленном законодательством России порядке получило право на проведение первичной, периодической и повторной аттестации испытательного оборудования (ИО).

Что можно отнести к испытательному оборудованию и могут ли испытательные центры проектировать его самостоятельно?

В соответствии с принятой терминологией, испытательным оборудованием называется средство испытаний, предназначенное для воспроизведения условий испытаний. Зачастую к нам обращаются представители организаций с просьбой аттестовать оборудование, которое участвует в процедуре испытаний, но таковым не является, так как самостоятельно воспроизводить условия испытания не может. Однако требования представителей заказчика (например, ВП МО РФ) правомерны, так как технические средства, используемые при проведении испытаний в интересах обороны и безопасности, должны проходить либо процедуру поверки как средство измерения утвержденного типа, либо процедуру аттестации как испытательное оборудование. Ввиду того что данное техническое средство может быть не внесённым в Госреестр средств измерений (СИ), мы предлагаем организовать на его базе испытательный комплекс, включив в состав все используемые при испытаниях средства измерения и/или вспомогательные средства. Таким образом, мы функционально нагружаем комплекс возможностью воспроизводить условия испытания с определёнными метрологическими характеристиками. На комплексы необходимо

разработать комплект нормативной документации.

При проведении дальнейшей аттестации комплекса метрологической экспертизе подвергаются как разработанные эксплуатационные документы, так и программа, и методика аттестации. Входящие в состав комплекса средства измерения на момент проведения аттестации должны пройти процедуру поверки в установленном порядке. В случае необходимости метрологическая служба АО «ТЕСТПРИБОР» предоставляет квалифицированную поддержку в вопросе разработки документации.

Возможно ли использование средств измерения утверждённого типа в качестве испытательного оборудования?

В случае, если данное средство измерения обеспечивает воспроизведение условий испытаний в требуемом диапазоне и с необходимой точностью, его использование в качестве испытательного оборудования допускается. Однако процедура аттестации данного средства измерения не упраздняет обязательную процедуру поверки. Разрабатываемые программа и методика аттестации могут основываться на методике проведения поверки с использованием указанных в ней эталонных СИ.

Можно ли сэкономить на аттестации?

Вопрос экономии средств в последние годы встал особенно остро. Как и любой другой процесс, процедура аттестации может быть оптимизирована с целью уменьшения затрат как финансовых, так и временных. Нами предлагаются три способа такой оптимизации:

- привлечение собственных специалистов к разработке программы и методики аттестации. Последующая их экспертиза должна проводиться

организацией, имеющей положительное экспертное заключение на право проведения первичной аттестации испытательного оборудования, используемого в интересах обороны и безопасности;

- исключение невостребованных диапазонов воспроизводимых параметров и снижение требований к их точности, если позволяет программа испытаний. Это позволит уменьшить трудоёмкость процедуры и требования к эталонным средствам измерения;
- проведение периодической и повторной аттестации силами и средствами организации – собственника оборудования.

На что необходимо обратить внимание при проведении периодической и повторной аттестации своими силами?

Периодическая и повторная аттестация проводится по разработанному, согласованному и утверждённому при выполнении первичной аттестации программам и методикам. Достаточными условиями для выполнения работ являются:

- наличие квалифицированных специалистов;
- оснащённость эталонами, средствами измерения и другими техническими средствами для аттестации.

Стоит ли проводить первичную аттестацию испытательного оборудования, ранее аттестованного по ГОСТ 8.568?

В случае, если первичная аттестация ИО была проведена в полном соответствии с требованиями ГОСТ Р 8.568 до даты введения в действие ГОСТ РВ 0008-002, а периодическая проводилась в установленные интервалы, то проводить повторно первичную аттестацию не требуется. 



Выставка
ЭЛЕКТРОНИКА
Урал

Идеальный контакт
«ЭЛЕКТРОНИКА—Урал 2017»
III Международная
специализированная
выставка
ПРИГЛАШАЕМ К УЧАСТИЮ!

28–30 ноября
Екатеринбург, ЦМТЕ

Проходит одновременно
с выставкой «Передовые
Технологии Автоматизации.
ПТА-Урал 2017»

Тематика выставки

- Электронные компоненты и комплектующие
- Источники питания
- Программное обеспечение и услуги
- Оборудование и технологии для производства электроники

В деловой программе

- Электронные компоненты и технологии
- Промышленная электроника

www.pta-expo.ru/ural/electronics

Организатор:
Экспотроника

Екатеринбург
Москва

Тел. +7 (343) 376-24-76 • info@pta-expo.ru
Тел. +7 (495) 234-22-10 • info@pta-expo.ru

Новый промышленный стандарт 3D печати на Вашем столе

Встречайте!

DESIGNER X PRO
● JETSWITCH INSIDE



Реклама

По вопросам тестовой печати: marketing@picaso-3d.ru

Телефон: **+7 499 653 87 91**

Сайт: <http://picaso-3d.com/ru/>

Истории применения: <http://picaso-3d.com/ru/applying/stories/>

