

## В номере:

- ARINC 818 для работы с высокоскоростными системами
- Испытания на ЭМС технических средств ВПК
- Обзор интегральных микросхем LED-драйверов
- Датчик движения в системе тахографического контроля
- Нюансы проектирования интерфейсов стандарта USB 3.1
- Логоспиральная антенна с круговой поляризацией

и многое другое





Great River  
Technology

Advanced Video and Data Systems

## Мировой лидер в разработке систем на основе стандарта ARINC 818 — базового стандарта Интегрированной Модульной Авионики

### GRT предлагает следующие решения:

- Платы захвата кадра и генераторы видеосигнала
- Отдельно устанавливаемые высокоскоростные модули генерации сигнала
- Модули преобразования видеосигнала в защищенном исполнении
- Системы записи и воспроизведения
- Коммутаторы



ЭКСКЛЮЗИВНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР GREAT RIVER TECHNOLOGY



«Фаворит – Электронная Компания»

WWW.FAVORIT-EC.RU тел./факс: +7(495) 627-76-24, г. Москва

Представительство ЗАО «Фаворит – ЭК»  
в Республике Беларусь, г. Минск  
Тел.: +375 (17) 207-01-85  
info@favorit-ec.ru

Представительство ЗАО «Фаворит – ЭК»  
в Санкт-Петербурге  
Тел.: +7 (812) 449-52-41  
www.spbnek.ru • spb@favorit-ec.ru

Представительство ЗАО «Фаворит – ЭК»  
в Нижнем Новгороде  
Тел.: +7 (910) 886-80-60  
alexandra@favorit-ec.ru

Реклама



**Ростех**

Госкорпорация  
«Ростехнологии»



**Ростехнологии**

**Росэлектроника**

Холдинговая компания  
ОАО «Российская электроника»



ОАО «Завод  
полупроводниковых приборов»

# РАЗРАБОТКА И ПРОИЗВОДСТВО МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ КОРПУСОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОНИКИ



Реклама

- 2-й тип (DIP)
- 4-й тип (QFP)
- 5-й тип (LLCC)
- 6-й тип (PGA)
- 8-й тип (BGA)
- корпуса типа LCC (безвыводные)
- основания типа DIP
- оптоэлектронные корпуса

424003, Республика Марий Эл,  
г. Йошкар-Ола, ул. Суворова, 26

Телефон: +7 (8362) 45-70-09  
Факс: +7 (8362) 42-13-39, 41-33-11

info@zpp12.ru  
www.zpp12.ru

**Главный редактор**  
Алексей Смирнов

**Заместитель главного редактора**  
Александр Хлынов

**Редакционная коллегия**  
Александр Балакирев, Андрей Данилов,  
Виктор Жданкин, Эрмин Машурян,  
Сергей Сорокин, Андрей Туркин,  
Рифат Хакимов

**Литературный редактор**  
Ольга Семёнова

**Вёрстка**  
Марина Петрова

**Обложка**  
Дмитрий Юсим

**Распространение**  
Ирина Лобанова  
(info@soel.ru)

**Реклама**  
Ирина Савина  
(advert@soel.ru)

**Издательство «СТА-ПРЕСС»**  
Директор Константин Седов  
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  
Цена договорная

Отпечатано: ООО ПО «Периодика»  
Адрес: 105005, Москва, Гарднеровский пер.,  
д. 3, стр. 4  
http://www.printshop13.ru

Фото на обложке: Rolls-Royce Motor Cars

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.  
© СТА-ПРЕСС, 2014

# 8/2014 Contents

<b>MARKET</b>	
<b>Russian Market News</b> .....	4
<b>MODERN TECHNOLOGIES</b>	
<b>New Opportunities of the Domestic Microelectronics Development</b> .....	14
<i>Petr Kozlov, Evgenii Ermolaev</i>	
<b>Overview of Modern LCD-manufacturing Technologies</b> .....	16
<i>Igor Mateshev, Andrey Turkin</i>	
<b>ARINC 818 Adds Capabilities for High-Speed Sensors and Systems. Part 1</b> .....	20
<i>Tim Keller, Paul Grunwald</i>	
<b>Experience Testing of Technical Equipment for Military Purposes on EMC</b> .....	26
<i>Aleksandr Ivko</i>	
<b>ELEMENTS AND COMPONENTS</b>	
<b>Overview of LED Driver ICs</b> .....	32
<i>Evgenii Tseveluk, Vladimir Kotov</i>	
<b>Modern 32-bit ARM Microcontrollers Series STM32: Flash Memory</b> .....	38
<i>Oleg Val'pa</i>	
<b>DEVICES AND SYSTEMS</b>	
<b>The Place and Role of the Motion Sensor in the Tachography Control</b> .....	44
<i>Rashit Khafizov</i>	
<b>Agilent's Oscilloscopes Series InfiniiVision 4000X</b> .....	52
<i>Vladimir Dyakonov</i>	
<b>High Speed Cross PCB Producing by HARTING Integrated Solutions (HIS)</b> .....	60
<i>Sergey Vlasov, Olga Romanovskaya</i>	
<b>DESIGN AND SIMULATION</b>	
<b>Designing Analog and Analog-Digital Integrated Circuits Using Language Verilog-AMS. Part 2. Analog Events</b> .....	66
<i>Dmitrii Osipov</i>	
<b>New Design and Test Challenges for USB 3.1 SuperSpeedPlus</b> .....	70
<i>Tami Pippert</i>	
<b>Broadband log-spiral Antenna with Circular Polarization</b> .....	74
<i>Petr Vugin, Aleksandr Kurushin</i>	
<b>OrCAD PCB Designer Standard – the Best PCB CAD for Professionals</b> .....	78
<i>Anatolii Sergeev</i>	
<b>The Electronic Module with Low Noise Field-Effect Transistors for Avalanche Photodiodes Signal Processing</b> .....	82
<i>Oleg Dvornikov, Vladimir Chekhovskii, Valentin D'atlov, Nikolai Prokopenko</i>	
<b>EVENTS</b>	
<b>Aerospace Testing &amp; Industrial Control: 11 Years of Achievements and Victories</b> .....	88
<b>Jubilee Interlight Moscow Powered by Light+Building</b> .....	90
<b>50 Years of «electronica»</b> .....	92
<b>COMPETENT OPINION</b>	
<b>Scientific-Technical Council «CONTRA»</b> .....	96

# Содержание 8/2014

ПОДПИСКА 2015



Концепция распространения журнала – бесплатная подписка для специалистов. Условие сохранения такой подписки – своевременное её продление на каждый последующий год. Редакция напоминает о необходимости продления подписки на 2015 год. Всё больше подписчиков сообщают нам о фактах пропажи журнала на почте или из почтового ящика. Редакция гарантирует только отправку журнала бесплатному подписчику, но не может гарантировать его доставку. Риск пропажи журнала можно уменьшить. Во-первых, можно обратиться в отдел доставки вашего почтового отделения и оформить получение журнала до востребования. Во-вторых, можно оформить платную подписку на журнал, и в этом случае почта будет нести ответственность за его доставку.

## ПЛАТНАЯ ПОДПИСКА

### Преимущества:

- подписаться может любой желающий, тогда как бесплатная подписка оформляется только для специалистов в области электроники. Поступающие в редакцию подписные анкеты тщательно обрабатываются, и часть их отсеивается;
- журнал будет гарантированно доставлен, тогда как при бесплатной подписке редакция гарантирует только отправку, но не доставку журнала;
- 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](mailto:info@periodicals.ru)

## РЫНОК

4 **Новости российского рынка**

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

14 **Новые возможности для развития отечественной микроэлектроники**

*Пётр Козлов, Евгений Ермолаев*

16 **Обзор современных технологий производства ЖК-матриц**

*Игорь Матешев, Андрей Туркин*

20 **Расширение возможностей стандарта ARINC 818 для работы с высокоскоростными датчиками и системами. Часть 1**

*Тим Келлер, Пол Грюнвальд*

26 **Опыт проведения испытаний на ЭМС технических средств военного назначения**

*Александр Ивко*

## ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

32 **Обзор интегральных микросхем светодиодных драйверов**

*Евгений Цевелюк, Владимир Котов*

38 **Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: флэш-память**

*Олег Вальпа*

## ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

44 **Место и роль датчика движения в системе тахографического контроля**

*Рашид Хафизов*

52 **Осциллографы серии InfiniiVision 4000X корпорации Agilent**

*Владимир Дьяконов*

60 **Высокоскоростные объединительные платы от HARTING Integrated Solutions (HIS)**

*Сергей Власов, Ольга Романовская*

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

66 **Проектирование аналоговых и аналого-цифровых интегральных схем с использованием языка Verilog-AMS Часть 2. Аналоговые события**

*Дмитрий Осипов*

70 **Вопросы тестирования интерфейсов стандарта USB 3.x**

*Тами Пипперт*

74 **Широкополосная логоспиральная антенна с круговой поляризацией**

*Пётр Вьюгин, Александр Курушин*

78 **OrCAD PCB Designer Standard – лучший редактор печатных плат для профессионалов**

*Анатолий Сергеев*

82 **Модуль на маломощных полевых транзисторах для обработки сигналов лавинных фотодиодов**

*Олег Дворников, Владимир Чеховский, Валентин Дятлов, Николай Прокопенко*

## СОБЫТИЯ

88 **Aerospace Testing & Industrial Control: 11 лет свершений и побед**

90 **Юбилейная Interlight Moscow powered by Light+Building**

92 **50 лет под именем «electronica»**

## КОМПЕТЕНТНОЕ МНЕНИЕ

96 **Научно-технический совет «ПРОТИВ»**

## Новости российского рынка

### РЫНОК

#### ЗАО «Микроволновые системы»: 10 успешных лет на рынке широкополосных СВЧ-модулей

В декабре 2014 года исполняется 10 лет со дня основания предприятия ЗАО «Микроволновые системы» (г. Москва).

Предприятие успешно занимается разработкой и производством сложных твердотельных СВЧ-модулей, которые применяются в бортовых системах авионики, РЛС, наземной, морской аппаратуре, измерительной технике.

Предлагается широкая номенклатура СВЧ-модулей:

- широкополосные мощные усилители, работающие в непрерывном режиме в диапазоне 0,3...21 ГГц, мощностью до 200 Вт;
- сверхширокополосные (1...18 ГГц) маломощные усилители;
- импульсные усилители (мощность в импульсном режиме до 500 Вт);
- приёмно-передающие модули для АФАР;
- и другие многофункциональные СВЧ-модули.

Широкополосные усилители построены на базе современных GaAs, GaN СВЧ-транзисторов и монолитно-интегральных схем российского и зарубежного производства.

Основные характеристики приборов:

- высокое и равномерное усиление в полосе частот октава и более (типичная неравномерность  $\pm 1$  дБ при усилении 40 дБ);
- широкий динамический и температурный диапазоны;
- высокая линейность передаточной характеристики;
- малые габариты и вес.

Отличительной чертой представленных приборов являются функциональные осо-

бенности, повышающие их эксплуатационные и надёжные характеристики:

- температурная компенсация усиления;
- возможность импульсной модуляции с фронтами 0,2 мкс;
- встроенный детектор выходной мощности;
- цифровое управление коэффициентом усиления.

Параметры мощных усилителей соответствуют лучшим мировым образцам.

Предприятие участвует в качестве соисполнителя во многих ОКР в интересах оборонзаказа и программ развития базовых технологий, в том числе в части создания модулей СВЧ для авионики самолёта 5-го поколения Т-50, самолётов Су-30СМ и Су-34, перспективных бортовых и наземных комплексов РЭБ, радиолокации и государственного опознавания. Новым направлением является разработка и производство радиочастотных систем идентификации, в частности неконтактных считывателей кодов RFID-меток.

Для серийного производства предприятием построен современный производственный цех с применением технологий чистых помещений, оснащённый передовым технологическим и испытательным оборудованием. В качестве контрольно-испытательного оборудования используются разработанные инженерами предприятия автоматизированные стенды комплексной настройки на основе современных измерительных приборов зарубежных и отечественных производителей Keysight (Agilent), Rohde & Schwarz, Anritsu, НПФ «Микран», ООО «НПК «Планар».

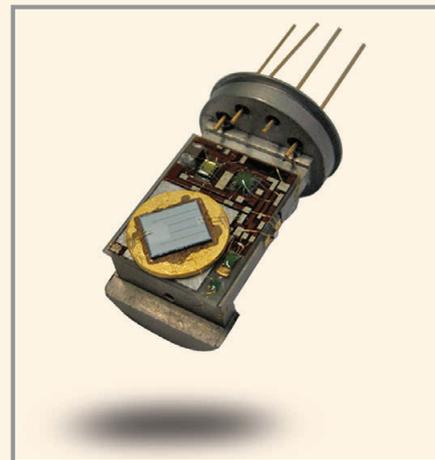
Заказчиками продукции ЗАО «Микроволновые системы» и НИОКР являются более 150 отечественных предприятий и организаций.

[www.mwsystems.ru](http://www.mwsystems.ru)

Тел.: (495) 917-2103

#### Минский НИИ Радиоматериалов: СВЧ-техника на базе А<sup>3</sup>В<sup>5</sup>

ОАО «Минский НИИ Радиоматериалов» создано в 1982 году для разработки и организации производства электронной компонентной базы СВЧ-техники на основе полупроводниковых материалов типа А<sup>3</sup>В<sup>5</sup>.



Научно-производственная база: технологическое и метрологическое оборудование для выполнения полного цикла технологических операций исследования, разработки, изготовления и испытаний компонентов СВЧ и оптоэлектроники, а также датчиков физических величин на основе МЭМС-технологий.

Имеются лицензионное программное обеспечение для электродинамических расчётов и оборудование электронной литографии с разрешением 100 нм. Предприятие обладает собственной библиотекой стандартных элементов и методикой контроля и испытаний СВЧ-компонентов С-, S-, L-, X- и K-диапазонов длин волн.

Специализацию предприятия составляет разработка базовых технологий, элементной базы и на их основе модулей для различных радиоэлектронных систем, в том числе систем радиолокации, волоконно-оптических линий связи, лазерных дальномеров, систем горизонтирования и ориентации объектов, систем управления, наведения и навигации.

Общество плодотворно взаимодействует с рядом ведущих предприятий отрасли Российской Федерации.

Дополнительную информацию можно получить у специалистов ОАО «Минский НИИ Радиоматериалов».

[www.mniirm.com](http://www.mniirm.com)

e-mail: [mniirm@mniirm.com](mailto:mniirm@mniirm.com)

Тел.: +375 (17) 398-1106,

+375 (33) 333-9522

(мобильная связь)



## Новости российского рынка

### ОАО «ОНИИП»: последние достижения в области микроэлектроники

В 2014 году ОАО «Омский научно-исследовательский институт приборостроения» анонсировал последние достижения в области устройств частотной селекции сигналов, в числе которых унифицированный ряд узкополосных перестраиваемых полосовых фильтров КВ- и УКВ-диапазонов, предназначенных для использования в качестве преселекторов радиоприёмных и селекторов возбуждающих устройств в адаптивных системах связи.

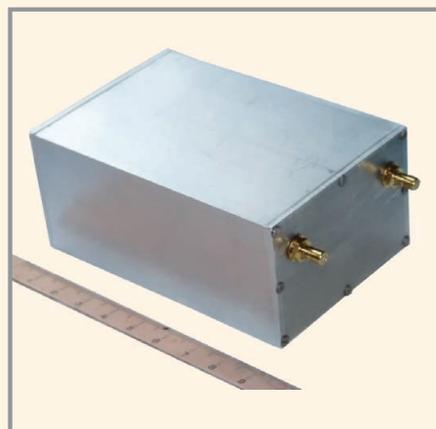
Выпускаемые перестраиваемые фильтры функционируют по цифровому интерфейсу стандарта SPI. Приборы работают в интервале температур  $-30...+70^{\circ}\text{C}$  и имеют следующие параметры:

- относительная ширина полосы пропускания 5...5,5%;
- диапазоны частот: 1,5...4,0 МГц; 4...10 МГц; 10...30 МГц и 30...90 МГц;
- ослабление в полосе задерживания на частотах  $f_{\text{н}} \pm 10\%$  не менее 24 дБ;
- вносимое затухание не более 4 дБ;
- КСВН не более 1,5;
- уровень интермодуляционных искажений третьего порядка не менее 40 дБм;
- время перестройки:
  - не более 200 мкс для диапазона частот 1,5...4,0 МГц;
  - не более 10 мкс для диапазона частот 4...90 МГц;
- уровень входной мощности до 1 Вт;
- входное/выходное сопротивление 50 Ом.

Проводимая глубокая модернизация лабораторного и производственного парка микроэлектроники позволит в перспективе расширить диапазон рабочих частот и улучшить основные параметры как полосовых перестраиваемых фильтров, так и других изделий функциональной электроники.

[www.oniip.ru](http://www.oniip.ru)

Тел.: (3812) 51-49-00



### Индивидуальный подход к оснащению производства

ЗАО «Ламинарные системы» осуществило поставку около 60 единиц оборудования (чистая зона, вытяжные шкафы, ламинарные боксы) по техническому заданию российского предприятия, занимающегося разработкой гироскопических приборов и устройств для летательных аппаратов.

Чистая зона класса 5 ИСО по ГОСТ ИСО 14644-1-2002 размером  $4905 \times 5505 \times 2515$  (Ш  $\times$  Г  $\times$  В) мм предназначена для

оптической плите, от загрязнений внешней среды. Задняя стенка имеет прозрачное окно и нишу с наружной стороны для установки монитора, который осуществляет визуализацию юстировочных операций, получая изображения с видеокмеры, расположенной непосредственно над рабочим процессом. Бокс имеет также чёрную светопоглощающую поверхность рабочей камеры и тонированное фронтальное стекло.

[www.lamsys.ru](http://www.lamsys.ru)

Тел./факс: (3513) 544-744, (3513) 544-755



осуществления юстировки лазерных генераторов. Ограждения чистой зоны выполнены из металлических панелей, окрашенных чёрной порошковой эмалью, исключающей попадание прямого света и возникновение бликов. Внутри чистой зоны установлены ламинарные боксы «Фотон» двух видов, специально разработанные в соответствии с требованиями заказчика с учётом особенностей технологических процессов.

«Фотон-1» предназначен для сборки лазерных резонаторов. Он имеет чёрную светопоглощающую поверхность рабочей камеры, тонированное фронтальное стекло, дополнительный осветитель на задней стенке рабочей камеры для просмотра оптических деталей и узлов «на просвет» на предмет обнаружения дефектов.

«Фотон-2» сконструирован для размещения над оптической плитой. Создаваемый ламинарный поток в рабочей камере бокса обеспечивает защиту измерительных, юстировочных и других приборов, установленных на антивибрационной

### «Компас Электро»: успешное освоение узкоспециализированных жгутов

ООО «Компас Электро» завершило работы по разработке и изготовлению узкоспециализированных жгутов проводов для одного из своих новых заказчиков.

По техническому заданию была разработана конструкторская документация и новая технология изготовления жгута с применением современных материалов в целях обеспечения очень высокой надёжности изделия.

В качестве материалов на 90% использованы самые современные достижения в этой области как российских, так и зарубежных поставщиков.

Проверка на специализированных стендах и проведённые ускоренные испытания показали высокую устойчивость жгутов проводов к негативным воздействиям окружающей среды.

[www.kompasel.ru](http://www.kompasel.ru)

Тел.: (495) 240-8975

## Новости российского рынка

### ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

#### Восьмиканальная СВЧ-плата для цифровой АФАР см-диапазона

В настоящее время в различных областях гражданской деятельности всё чаще применяются радиолокационные системы с активными фазированными антенными решётками (АФАР). Они используются для управления воздушным, морским и наземным транспортом, в метеорологии, для локации земной поверхности.

Основным фактором, ограничивающим распространение АФАР, является их высокая стоимость.

Специалистами компании «Деловой прогресс» разработана достаточно дешёвая восьмиканальная СВЧ-плата для цифровой АФАР см-диапазона.

Топология платы приведена на рисунке 1. Плата восьмислойная с размерами 134 × 183 × 1 мм. Верхний слой диэлектрика выполнен из Rogers RO4003С, остальные слои из FR4.

В левой части платы во внутреннем слое расположены антенны Вивальди. На технологическом поле платы сверху и внизу расположены цепочки, с помощью которых перед монтажом контролируются СВЧ-характеристики проводящих и диэлектрических слоёв на предмет отсутствия брака. С помощью СВЧ-зондов измеряются ёмкости тестовых печатных конденсаторов, а также СВЧ-характеристики тестовых несимметричных и симметричных микрополосковых линий. Эти микрополосковые линии расположены как в верхнем слое, так и во внутренних слоях платы. Плата посту-

пает на монтаж только после прохождения такого контроля.

При разработке платы предварительные проводились измерения характеристик и испытания отдельных компонентов, а также спроектированных цепей и каскадов. Для этого использовались измерительные камеры ИК20 и методики, описанные в статье Безрукова В.А. и Шемшура С.С. «Измерительная камера СВЧ для испытания компонентов и каскадов» («Современная Электроника», № 5, 2009 г.).

Плата имеет следующие особенности:

- на антенном входе канала отсутствуют циркулятор и СВЧ-переключатель – применена методика соединения выхода передатчика и входа приёмника, описанная в статье Безрукова В.А. «Конвертер сигналов ISM-диапазонов» («Современная электроника», № 3, 2014 г.);
- антенный вход каждого канала через ёмкостную связь соединён с симметричной микрополосковой линией во внутренних слоях – «Контроль СВЧ» (см. рис. 1) – это позволяет контролировать работу каждого канала;
- отвод тепла от быстродействующего маломощного p-i-n-диода, закорачивающего вход приёмника в режиме передачи, осуществляется с помощью обыкновенного высокоомного резистора видоразмера 0402 (в своё время было измерено тепловое сопротивление такого резистора, которое составило около 100 К/Вт);
- дополнительная фильтрация цепей питания и управления осуществляется с помощью печатных СВЧ-фильтров на отрез-

ках симметричных микрополосковых линий, сформированных во внутренних слоях платы;

- в полосовом фильтре выходного УПЧ канала используется фазовый контур для уменьшения неравномерности ГВЗ. Настройка первых образцов платы и испытания её характеристик осуществлялись в специальном настроечном корпусе (см. рис. 2). Для этого часть платы с антеннами отрезалась, а СВЧ-входы подсоединялись к коаксиально-полосковым переходам. Вспомогательная плата, расположенная в правой части корпуса, обеспечивает питание и защиту по питанию, формирует СВЧ-сигналы гетеродина и контроля, а также сигналы управления. На этой же плате осуществляется предварительная обработка принимаемых сигналов. Проверка регулировки фазы и амплитуды в каналах осуществлялась с помощью прибора Anritsu (37347D Vector Network Analyzer, 40 MHz – 20 GHz).

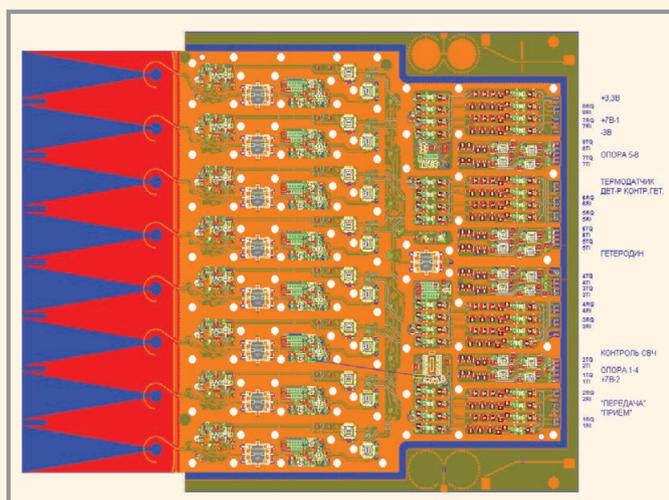
Основные характеристики платы:

- максимальная выходная мощность каждого канала при работе на передачу составляет 33 дБм;
- коэффициент шума канала при работе на приём не превышает 5 дБ;
- время переключения канала с приёма на передачу и обратно не превышает 30 нс.

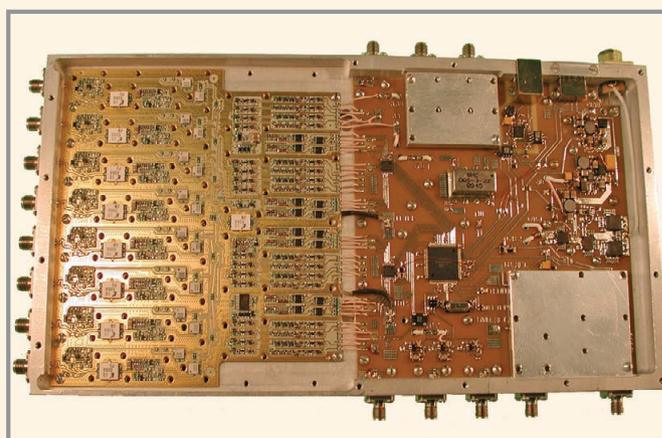
Было изготовлено более 100 экземпляров плат в ООО «Резонит». Выборочная проверка показала хорошую повторяемость СВЧ-характеристик проводящих и диэлектрических слоёв платы.

[www.wbsl.ru](http://www.wbsl.ru)

Тел.: (496) 531-7457, (926) 590-7817



**Рис. 1. Топология восьмиканальной СВЧ-платы для цифровой АФАР см-диапазона** (на технологическом поле платы сверху и внизу расположены цепочки, с помощью которых перед монтажом контролируются СВЧ-характеристики проводящих и диэлектрических слоёв на предмет отсутствия брака)



**Рис. 2. Фотография СВЧ-платы, установленной в корпусе для настройки и испытаний** (с платы снята крышка, с помощью которой формируются отсеки и обеспечивается экранировка. Вспомогательная плата, расположенная в правой части корпуса, обеспечивает питание и защиту по питанию, формирует СВЧ-сигналы гетеродина, контроля и сигналы управления. На этой же плате осуществляется предварительная обработка принимаемых сигналов)

## Новости российского рынка

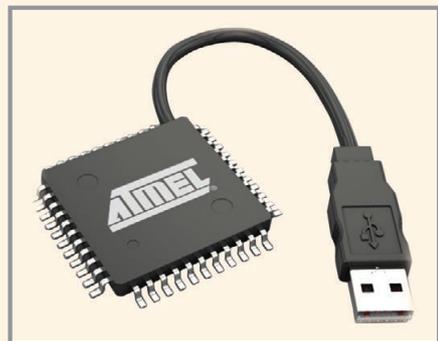
### Atmel расширяет семейство микроконтроллеров SAM D на базе ядра ARM Cortex-M0+

Компания Atmel представила первую серию микроконтроллеров SAM D20 на базе ядра Cortex-M0+ в июне 2013 года.

По состоянию на осень 2014 года Atmel значительно расширила семейство SAM D, выведя на рынок новые серии с широким диапазоном характеристик и возможностей по взаимозаменяемости. Микроконтроллеры семейства отличаются по функционалу и количеству выводов, но сохраняют полную совместимость по коду. Все приборы семейства работают на тактовой частоте до 48 МГц, характеризуются рабочими диапазонами напряжения питания 1,63...3,63 В и сохраняют работоспособность при температурах -40...+85°C.

**SAM D20** – базовая серия микроконтроллеров наряду с ядром Cortex-M0+ предлагает богатый набор периферии, гибкость и простоту использования при низком энергопотреблении. Микроконтроллеры имеют на борту 16...256 КБ FLASH, 2...32 КБ ОЗУ, до 6 коммуникационных модулей SERCOM (конфигурируемых как I<sup>2</sup>C, USART, SPI), АЦП, ЦАП, контроллер ёмкостных сенсоров касания. Приборы выпускаются в корпусах с количеством выводов от 32 до 64.

**SAM D21** – продвинутая серия микроконтроллеров обладает всеми возможностями SAM D20, а также содержит контроллер USB 2.0 Full Speed (Host/Device), контроллер DMA и высокопроизводительные таймеры/счётчики. Серии SAM D20 и D21 совместимы по выводам, что обеспечивает гибкую взаимозаменяемость.



**SAM D10 и SAM D11** – младшие представители семейства SAM D. Данные микроконтроллеры имеют на борту 8...16 КБ FLASH, 4 КБ ОЗУ, до 3 модулей SERCOM, АЦП, ЦАП, контроллер DMA. Микроконтроллеры выпускаются в 14-, 20- и 24-выводных корпусах. SAM D11, помимо базовой периферии, содержит встроенный контроллер USB 2.0 Full Speed (Device). Серии SAM D10 и D11 совместимы между собой по выводам, а с сериями SAM D20 и D21 – по коду.

Для всех серий продукции Atmel на базе Cortex-M0+ предлагаются недорогие отладочные комплекты серии XPRO и платы расширения к ним, а также бесплатная среда разработки Atmel Studio 6 с примерами реализации различных приложений.

*Получить консультацию и приобрести микросхемы можно в компании Rainbow Electronics.*

[www.rtcs.ru](http://www.rtcs.ru)

Тел./факс: (495) 665-1001

### Gigavac: новинки в линейке реле G24WF

Компания Gigavac объявила о выходе обновлений в линейке реле G24WF с рабочим напряжением 20 кВ и двумя переключающими контактами (DPDT).



Реле G24WF имеет вольфрамо-молибденовые контакты и заполнено уникальной газовой смесью, что делает его идеальным для высоковольтных переключений под нагрузкой.

Основной областью применения являются цепи разряда конденсаторов или безопасной блокировки.

Также компания Gigavac проводит дополнительное тестирование для приложений, где имитируется электростатический разряд и требуется повторяемость формы импульсов на выходе реле.

Новое DPDT реле может быть использовано в приложениях, где традиционно применяются два реле с переключающими контактами (SPDT).

G24WF имеет два механически соединённых, но электрически изолированных комплекта переключающих контактов. Второй комплект контактов может быть использован в качестве вспомогательного (сигнального), который обеспечивает индикацию состояния первого комплекта контактов. Эти функции реализует реле, размеры которого не превышают 89 × 41 мм. G24WF доступно в исполнении с катушкой 12 или 26,5 В.

Представленное реле идеально подходит для цепей управления с напряжением от 8 до 28 В. Катушки с другими напряжениями могут быть установлены по требованию заказчика.

Компания ЗАО «Аппаратура Систем Связи» является официальным дистрибьютором компании GIGAVAC.

[www.escltd.ru](http://www.escltd.ru)

Тел.: (495) 925-5013

### Цифровые датчики влажности и температуры SHTC1

При выборе датчика влажности часто приходится делать сложный выбор, пытаясь достичь компромисса между габаритными размерами, мощностью потребления и рабочими характеристиками по отношению к стоимости.

Датчики влажности и температуры SHTC1 компании Sensirion устанавливают новый стандарт в габаритных размерах, потребляемой мощности и эффективности. Девиз эры мобильных устройств – «чем меньше, тем лучше», и ему полностью отвечают датчики серии SHTC1.

Новые приборы – одни из самых миниатюрных в мире. Они выполнены по запатентованной CMOSens технологии, которая позволяет интегрировать датчик и схему обработки сигнала на одном кристалле.

Датчики предназначены для массового производства, поэтому их цена более чем привлекательна. Малая мощность потребления и рабочее напряжение 1,8 В также соответствуют требованиям современной промышленности.

SHTC1 представляют собой целую измерительную систему на кристалле – они состоят из ёмкостного датчика влажности, датчика температуры, аналоговой и цифровой схемы обработки сигнала, АЦП, памяти для хранения калибровочных значений и цифрового интерфейса I<sup>2</sup>C. И всё это в сверхмалом DFN корпусе 2 × 2 × 0,75 мм!



Основные характеристики SHTC1:

- диапазон измерения относительной влажности 0...100% с точностью 3%;
- измерение температуры в диапазоне -30...+100°C с точностью 0,3°C;
- полностью калиброваны;
- сверхнизкая мощность потребления 2 мкВт;
- выход из режима stand-by за 1 мс;
- напряжение питания 1,8 В;
- для проведения одного измерения требуется всего 1 мкДж.

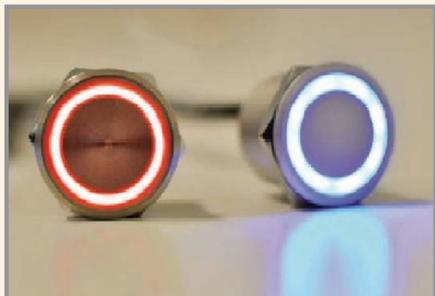
<http://platan.ru>

Тел.: (495) 970-0099, 737-5999 (Москва),  
(812) 232-8836 (СПб)

## Новости российского рынка

### Герметичные промышленные пьезопереклюатели Bulgin

Компания Elektron Technology (бренд Bulgin) анонсировала выпуск принципиально новой линейки переключателей – износоустойчивых компонентов на основе пьезоэффекта.



Отсутствие в конструкции механических частей – главная особенность пьезопереклюателей – позволяет им выдерживать более 1 млн срабатываний.

Дополнительную надёжность новым компонентам придаёт защита от влаги и пыли степени IP68 и IP69K, что позволяет использовать их вне помещений, применять на транспорте, в пищевом производстве и нефтегазовой отрасли, в оборонной промышленности и других ответственных сферах.

Новые кнопочные переключатели Bulgin изготавливаются из нержавеющей стали.

По запросу возможно изготовление из алюминия. Доступны версии со светодиодной подсветкой одного или двух оттенков свечения.

Модельный ряд предназначен для монтажа в отверстия диаметром 16, 19 и 22 мм. Все пьезопереклюатели оснащены гибкими выводами длиной 20 см. Диапазон рабочих температур –40...+85°C.

Получить более подробную информацию по продукции и запросить образцы новых компонентов можно у ПРОЧИП – официального дистрибьютора Bulgin.

[www.prochip.ru](http://www.prochip.ru)

Тел.: +7 (495) 232-2522

### Светопроводники MENTOR с новым креплением

Компания MENTOR выпустила серию светопроводников с фиксацией с обратной стороны панели.

Новые компоненты обладают улучшенными свойствами освещённости и компактно располагаются в монтажном отверстии.

Стандартный светопроводник с фиксацией с лицевой стороны панели имеет чуть больший размер, чем монтажное отверстие, из-за чего не вся его верхняя часть задействована для пропускания света. Новые модели MENTOR лишены выступающих элементов, что позволяет свету бес-



препятственно заполнять всё тело светопроводника.

В новой серии доступны компоненты двух типов: с плоской и сферической верхней частью. Светопроводники второго типа немного выдаются над поверхностью панели, тем не менее, сферическая форма часто бывает востребована по функциональным и дизайнерским причинам.

Монтаж компонента очень прост, минимальная рекомендованная толщина панели – 1,5 мм. По желанию заказчика компания MENTOR может произвести светопроводники новой серии с другими параметрами длины и глубины монтажной части.

Новые компоненты стали прекрасным дополнением к широкому ассортименту светопроводниковой продукции MENTOR.

Образцы можно заказать у официального и эксклюзивного дистрибьютора MENTOR в России и странах СНГ – компании ПРОСОФТ.

[www.prosoft.ru](http://www.prosoft.ru)

Тел.: (495) 234-0636

## ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

### Новые маломощные драйверы XP Power для светодиодного освещения

Компания XP Power объявила о расширении серии DLE источников питания AC/DC для светодиодных систем освещения.

Модельные ряды DLE25 и DLE35 дополнили обширную линейку светодиодных драйверов мощностью от 15 до 60 Вт. Новинки включают универсальный вход с активным корректором мощности в двухкаскадной силовой конструкции. Эта особенность позволяет устранить фликер (мерцание).

Модули питания обеспечивают защиту от поражения электрическим током по классу II без необходимости применения защит-

ного заземления, а также сертифицированы как ограниченные источники питания по классу 2, что делает их пригодными для широкого ряда светодиодных применений.

Исполнения с выходом постоянного тока имеют функцию регулировки тока внешним напряжением, потенциометром и посредством ШИМ-регулирования.

Выполненные в корпусах с габаритными размерами 93,5 × 73,5 × 33 мм со степенью защиты IP67, новые драйверы XP Power защищены от попадания пыли и влаги при погружении на глубину до 1 м, что позволяет применять их практически для любой наружной установки. Типичные значения КПД новых источников питания находятся в диапазоне от 78 до 83%.

Модули драйверов серии DLE соответствуют требованиям международных стандартов безопасности к системам освещения EN61347 и UL8750, а также требованиям стандарта EN55015 класс В к уровню кондуктивных и излучаемых помех.

Гарантийный срок составляет 3 года.

[www.prosoft.ru](http://www.prosoft.ru)

Тел.: (495) 234-0636

### DC/DC-преобразователи, стойкие к воздействию космических частиц

Радиационно-стойкие DC/DC-преобразователи компании CRANE Aerospace & Electronics, поставляющей продукцию под торговой маркой Interpoint™, были испытаны на стойкость к воздействию тяжёлых заряженных частиц (ТЗЧ).

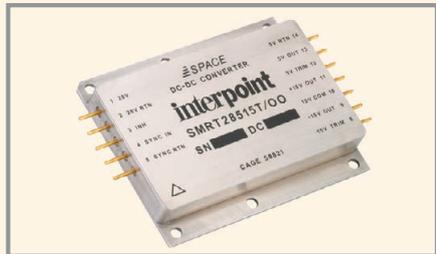
Испытания проводились для выяснения параметров чувствительности электронных компонентов к воздействию тяжёлых ионов и протонов, приводящих к возникновению одиночных сбоев SEU (Single Event Upset), радиационных защёлкиваний SEL (Single Event Latchup) и импульсов напряжения в выходных цепях (эффект SET – Single Event Transient).

Ионизирующие излучения космического пространства при воздействии на внутренние электронные компоненты DC/DC-преобразователей вызывают одиночные эффекты как результат воздействия тяжёлых заряженных частиц (ТЗЧ) и протонов с относительно высокими энергиями (свыше 1 МэВ), которые приводят к обратимым (сбоям) и необратимым (катастрофическим) отказам.



На правах рекламы

## Новости российского рынка



Необходимо заметить, что невозможно защититься от воздействия протонов с относительно высокими энергиями и ТЗЧ путём применения дополнительных экранов, поэтому данную проблему необходимо решать на всех этапах конструирования DC/DC-преобразователя (выбор компонентной базы и схемотехнических решений, процесс изготовления и др.). Одиночные эффекты могут быть причиной резкого увеличения выходного напряжения, просадки напряжения, отключений и повторных включений, защёлкиваний и других катастрофических отказов.

Результаты испытаний модулей DC/DC-преобразователей компании Crane Electronics подтверждают их высокую стойкость к воздействию одиночных заряженных частиц и возможность их применения в различных космических программах.

Для популярных преобразователей серий SMSA, SMHF, SMFL, SMFLHP и SMRT пороговые линейные потери энергии (ЛПЭ) иона в кремнии составили 86 МэВ·см<sup>2</sup>/мг (по эффекту защёлка), что по существу охватывает все частицы, с которыми космический аппарат может столкнуться в течение своего срока активного существования. Это значение ЛПЭ теперь указано в справочных листках технических данных модулей. Ранее этот параметр ограничивался значением 40 МэВ·см<sup>2</sup>/мг.

Радиационно-стойкие модули DC/DC-преобразователей компании Crane Electronics предназначены для применения в аппаратуре низкоорбитальных и геосинхронных космических аппаратов, в космических зондах для исследований дальнего космоса.

В начале декабря 2014 года компания Crane Electronics возобновляет поставку радиационно-стойких модулей DC/DC-преобразователей, которая была приостановлена в марте 2014 из-за санкций, введённых правительством США.

[www.prosoft.ru](http://www.prosoft.ru)  
Тел.: (495) 234-0636

### Самые компактные 60 Вт AC/DC-преобразователи для монтажа на печатную плату и шасси

Компания XP Power объявила о начале выпуска одноканальных герметизированных 60-ваттных источников питания серии ECE60.

Предназначенные для применений, требующих низкопрофильных источников питания с высокой удельной мощностью и низким профилем, модули серии ECE60 доступны в исполнении для монтажа на печатную плату, с винтовыми клеммами для монтажа на шасси или DIN-рейку.

Приборы являются самыми компактными в промышленности 60-ваттными источниками питания с наивысшей удельной мощностью 615 Вт/дм<sup>3</sup>. Габаритные размеры составляют 91,4 × 38,1 × 28 мм.

Одноканальные модели серий ECE60 обеспечивают номинальные выходные напряжения +3,3; +5; +9; +12; +15; +24; 36 и +48 В. Все модели способны обеспечить на выходе пиковую мощность 130% от номинальной мощности в течение 30 с для того, чтобы обеспечить большое значение пускового тока при питании, например, электродвигателей. Данное свойство позволит разработчикам отказаться от использования более дорогих и мощных источников питания только для обеспечения нагрузки пиковой мощностью в течение короткого времени. К тому же небольшое потребление мощности (менее 0,3 Вт) в режиме холостого хода и высокое значение КПД (до 89%) модулей серии ECE60 гарантирует энергоэффективность конечного изделия.

Модули серии ECE60 соответствуют требованиям стандартов EN55022 уровень В к уровню кондуктивных помех и помехоэмиссии без применения внешних фильтрующих компонентов. Источники питания способны работать в широком диапазоне температур -40...+70°C без понижения выходной мощности до +50°C.

По защите от поражения электрическим током модули серии ECE60 являются оборудованием класса II, то есть не требуется применение защитного заземления. Это отвечает требованиям портативного оборудования, когда не всегда доступны надёжные цепи заземления.

Ряд ECE60 60-ваттных источников питания является самым последним дополнением к серии ECE, которая уже включает 5, 10, 20 и 40-ваттные модели.

Приборы семейства ECE60 поддерживаются 3-летней гарантией.

[www.prosoft.ru](http://www.prosoft.ru)  
Тел.: (495) 234-0636



swissbit®  
INDUSTRIAL MEMORY SOLUTIONS



### Надёжные, прочные и экономичные

Серия S-40: карты памяти SD и MicroSD для эффективных промышленных применений

- 4–32 Гбайт (MLC NAND Flash)
- SD 3.0 (2.0), SDHC, Class 6
- Передача данных до 24 Мбайт/с
- Автономная система управления данными
- Защита от провала напряжения
- Долгое время хранения данных при экстремальных температурах
- Резервирование встроенного программного обеспечения
- Сложный механизм распределения нагрузки и управления сбойными блоками
- Обновление параметров и встроенного программного обеспечения
- Контроль изменений в комплектации
- Инструменты для диагностики



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР  
ПРОДУКЦИИ SWISSBIT

ProSoft®



Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640  
E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru



МИКРОВОЛНОВЫЕ  
СИСТЕМЫ

**ИНТЕЛЛЕКТ. КАЧЕСТВО.**

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

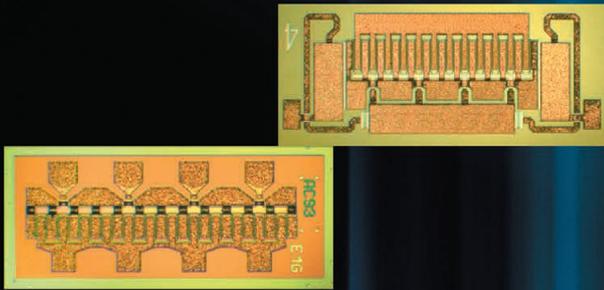


**БЕЗУПРЕЧНОГО СЛУЖЕНИЯ ОТЕЧЕСТВУ**



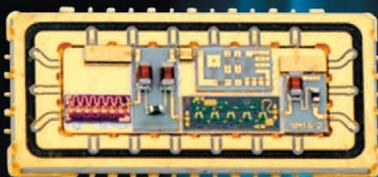
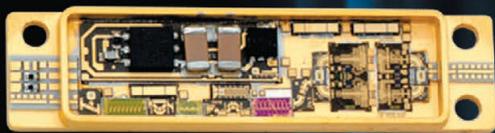
## СВЧ-ТРАНЗИСТОРЫ

РАЗРАБОТАНЫ ПРЕДПРИЯТИЕМ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ПЕРСПЕКТИВНЫХ ИЗДЕЛИЯХ



## СВЧ-УСИЛИТЕЛИ УЛЬТРАМИНИАТЮРНЫЕ

В ГЕРМЕТИЧНЫХ МЕТАЛЛО-КЕРАМИЧЕСКИХ КОРПУСАХ С РАБОЧЕЙ ЧАСТОТОЙ ДО 18 ГГц, ВЫХОДНОЙ МОЩНОСТЬЮ ДО 6 Вт.

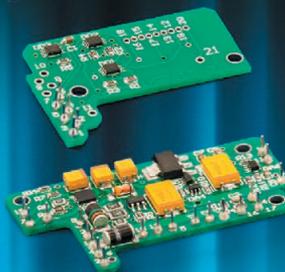
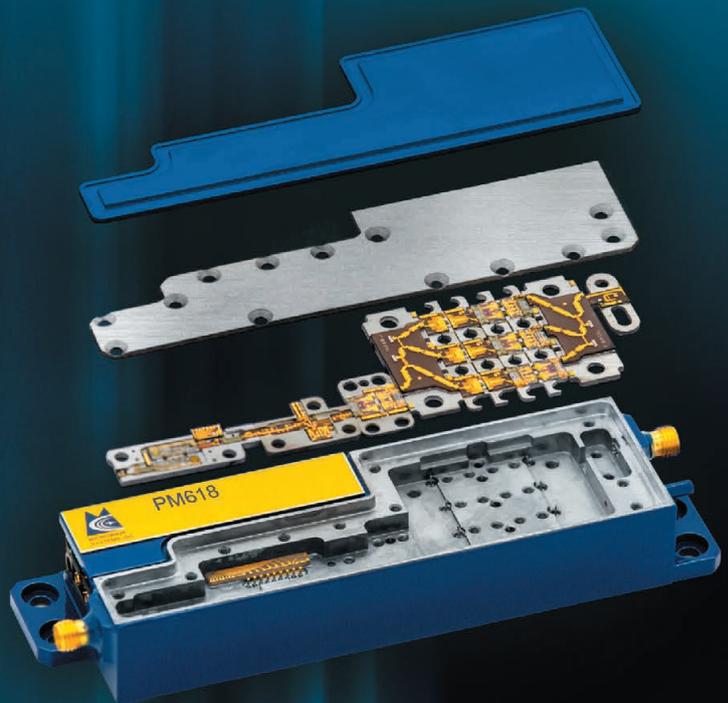


### PM412-20B ШИРОКОПОЛОСНЫЙ СВЧ-УСИЛИТЕЛЬ

- Рабочий диапазон частот 4-12 ГГц
- Выходная мощность в непрерывном режиме 15-20 Вт
- Типовой КПД 20%
- Неравномерность АЧХ не более 5 дБ
- КСВН вх/вых не более 2,5
- Цифровое 5-разрядное управление усилением
- Встроенный детектор выходной мощности
- Встроенный скоростной модулятор питания
- Температурная компенсация усиления
- Нормированные ФЧХ
- Малые габариты и масса

## ШИРОКОПОЛОСНЫЕ СВЧ-УСИЛИТЕЛИ:

- СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
- ПЕРЕДОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ



### PM818-5B ШИРОКОПОЛОСНЫЙ СВЧ-УСИЛИТЕЛЬ

- Рабочий диапазон частот 8-18 ГГц
- Выходная мощность в непрерывном режиме 5-6 Вт
- Типовой КПД 14%
- Неравномерность АЧХ не более 5 дБ
- КСВН вх/вых не более 2,5
- Цифровое 5-разрядное управление усилением
- Встроенный детектор выходной мощности
- Встроенный скоростной модулятор питания
- Температурная компенсация усиления
- Нормированные ФЧХ
- Малые габариты и масса

Новости мира News of the World Новости мира

**AMD планирует отказаться от применения 20-нм технологии**

Похоже, компания AMD не планирует переводить всю свою продуктовую линейку на 20-нм технологию производства. Именно такую информацию приводит ресурс Expreview.com.

Ожидается, что первые изделия AMD, выполненные по нормам 20 нм, появятся в 2015 году. Причём ранее говорилось, что поначалу этот техпроцесс будет задействован исключительно при изготовлении гибридных процессоров (APU) начального уровня для планшетов, и только после этого появятся видеокарты на основе 20-нм кристаллов.

Теперь аналитики сообщают, что 20-нм технология, по всей видимости, станет уделом лишь APU-решений с небольшим энергопотреблением. Более мощные процессоры, рассчитанные в том числе на настольные компьютеры и системы для энтузиастов, по этой методике изготавливаться не будут.

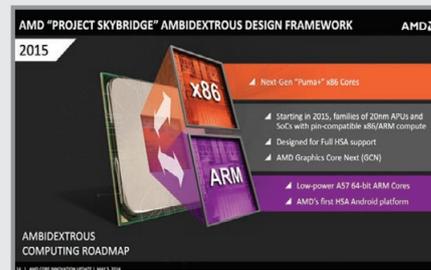
Озвучивается несколько причин у такого решения.

Во-первых, сейчас наблюдается нехватка мощностей TSMC по выпуску продукции

с нормами 20 нм. Соответствующие производственные линии практически эксклюзивно выделены под процессоры Apple A8, которые устанавливаются в смартфон iPhone 6 и фаблет iPhone 6 Plus. В такой ситуации AMD не может позволить себе идти на риск, полагаясь на контрактного производителя, который может попросту не справиться с поставками нужного количества кристаллов.

Во-вторых, при одновременном переводе всей процессорной линейки на 20-нм технологию существенно возрастут затраты на производство, а следовательно, и стоимость конечных продуктов. В свете жёсткой конкурентной борьбы с Intel такое положение дел определённно не сыграет на руку AMD.

В-третьих, жизненный цикл 20-нм технологии ожидается не слишком продолжительным. Дело в том, что TSMC уже начала пробный выпуск изделий по технологии 16FinFET (16 нм, транзисторы с трёхмерной структурой). Крупносерийное производство 16-нм кристаллов на предприятиях TSMC стартует уже в первом квартале 2015 года. Компания GlobalFoundries, опери-



рующая бывшими производственными мощностями AMD, готовится к началу массового производства продукции по технологии FinFET с нормами 14 нм.

Таким образом, для AMD выгоднее несколько повременить с переводом мощных процессоров на технологию производства следующего поколения и сразу же перейти от 28-нм норм на 16 или 14 нм. В последнем случае AMD догонит Intel, которая уже начала выпуск 14-нм процессоров Core M, а в следующем году намерена задействовать соответствующий техпроцесс при выпуске широкого спектра кристаллов для различных устройств.

[www.3dnews.ru](http://www.3dnews.ru) со ссылкой на [www.expreview.com](http://www.expreview.com)

Honeywell



Panasonic

JAMICON



**КЕРАМИЧЕСКИЕ КОНДЕНСАТОРЫ**

*от мала до велика*



Весь ассортимент керамических конденсаторов со склада официального дистрибьютора компании Murata

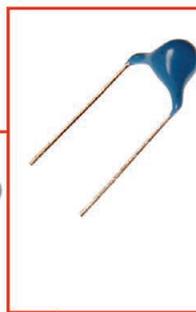
Дисковые конденсаторы 10-40 кВ

Высоковольтные конденсаторы 500 В – 6.3 кВ

Выводные конденсаторы 50В

HiCap конденсаторы высокой емкости

ЧИП конденсаторы



Офисы в Москве: м. Молодежная, ул. Ивана Франко, 40, стр. 2, (495) 97 000 99, [platan@aha.ru](mailto:platan@aha.ru); м. Электровзаводская, ул. Б. Семеновская, 40, стр. 26, БЦ Агат, (495) 744 70 70, [platan@platan.ru](mailto:platan@platan.ru); Офис в Санкт-Петербурге: ул. Зверинская, 44, (812) 232 88 36, [baltika@platan.spb.ru](mailto:baltika@platan.spb.ru)

Реклама

ВСЕ ЦВЕТ  
ЭЛЕКТРОНИКИ

UFI  
Approved  
Event

# Е•Х•Р•О ELECTRONICA



18-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА  
ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ  
И КОМПЛЕКТУЮЩИХ

Реклама

Совместно с выставкой



Забронируйте стенд!  
[www.expoelectronica.ru](http://www.expoelectronica.ru)

24–26 марта 2015

МОСКВА  
КРОКУС ЭКСПО

Организаторы:



primexpo



ITE GROUP PLC

+7 (812) 380 6003/07/00, [electron@primexpo.ru](mailto:electron@primexpo.ru)

При содействии:



ЭЛИНТ СП  
Электрониторг СП



0+

# Новые возможности для развития отечественной микроэлектроники

**Пётр Козлов, Евгений Ермолаев**  
(г. Йошкар-Ола, Республика Марий Эл)

Настоящая статья посвящена вопросу рассмотрения принципиально новых возможностей ОАО «Завод полупроводниковых приборов» на базе обновлённого оборудования, позволяющего отливать керамические плёнки в широком диапазоне толщин, начиная от 70 мкм. Представлено описание и преимущества данного оборудования, указаны физико-химические особенности формообразования керамической плёнки.

Развитие микроэлектроники по пути увеличения количества элементов, функциональной сложности и быстродействия интегральных микросхем (ИС) подошло к этапу, когда дальнейший её прогресс становится невозможным без кардинальных изменений в конструкциях корпусов и технологии сборки. В последние 5–7 лет ведущие специалисты ОАО «Завод полупроводниковых приборов» активизировали исследования, направленные на разработку материалов, технологических процессов, конструкций металло-керамических корпусов больших интегральных схем (БИС) и сверхбольших интегральных схем (СБИС), в особенности требующих большого числа выводов. Свидетельствами интенсификации этих работ является увеличение номенклатуры выпускаемых изделий (на данный момент насчитывается более 700 видов изделий). Успехи в разработке новых многовыводных корпусов становятся важнейшим показате-

лем степени развития микроэлектроники в России и влияют на технический уровень разрабатываемых и выпускаемых БИС и СБИС.

Требование увеличения быстродействия аппаратуры в условиях применения микроэлектронной компонентной базы повышенной степени интеграции (больших и сверхбольших, сверхскоростных (ССИС) интегральных схем) привело к необходимости максимального повышения плотности нанесения проводящих элементов на керамических слоях плат. Указанное обстоятельство приводит к разработке новых вариантов конструктивно-технологического оформления керамических слоёв и средств слоевых соединений. Основными направлениями в развитии корпусов становятся уменьшение шага между выводами, увеличение числа слоёв корпуса и уменьшение массогабаритных размеров.

Для этих целей в 2014 году предприятие приобрело новое оборудование



для литья пластифицированной керамической плёнки, из которой в последующем формируются отдельные слои металлокерамической платы. Если до сегодняшнего дня для производства многослойных металлокерамических корпусов БИС и СБИС завод использовал керамические плёнки толщиной 300...800 мкм, то благодаря новому оборудованию появляется возможность получать керамическую плёнку толщиной 70 мкм. Это позволит при заданных массогабаритных характеристиках корпуса увеличить число его слоёв, и тем самым обеспечить доступ к элементам полупроводникового кристалла высокой степени интеграции (разработать коммутационную плату высокой степени интеграции).

Для формования тонких плёнок данной толщины применяется способ литья керамического шликера на движущуюся транспортёр-подложку, или как ещё его называют, способ литья тонких плёнок с помощью ракельного ножа. Согласно этому способу формования исходные сырьевые материалы сначала измельчают и затем смешивают в шаровых мельницах с добавлением органического растворителя, пластификатора, связующего вещества и получают жидкую керамическую массу сметанообразной консистенции – шликер. Подготовленный шликер подают на непрерывно движущуюся транспортёр-подложку (ленту), и ракельным ножом регулируют толщину керамической плёнки. Толщина плёнки определяется не только зазором между лентой и ножом, но и вязкостью керамического шликера, скоростью движения ленты, формой и углом наклона ракельного ножа.



Формообразование керамической плёнки заданной толщины происходит в процессе движения ленты через последовательно расположенные друг за другом зоны сушки, каждая из которых характеризуется своей температурой. С целью обеспечения высокого качества керамической плёнки, стабилизации и обеспечения равномерности коэффициента усадки будущих изделий, на каждую толщину плёнки подбирается отдельный режим сушки.

Процесс сушки является одним из наиболее трудоёмких и ответственных в производстве металлокерамических корпусов для интегральных микросхем: физико-химические процессы, протекающие в керамической плёнке при сушке, оказывают существенное влияние на качество готовой продукции. Основная цель сушки заключается в удалении органического растворителя из объёма разлитого на ленте шликера, что приводит к образованию керамической плёнки.

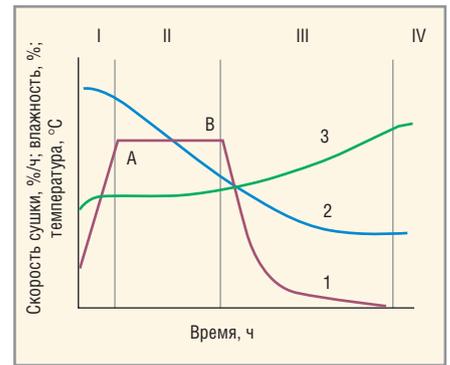
Необходимо отметить, что на прежнем оборудовании использовался радиационный (лучистый) способ сушки, при котором тепло к поверхности плёнки поступает от нагретых поверхностей – зеркальных ламп инфракрасного излучения. При этом способе сушки облегчена передача тепла керамической плёнке и исключаются потери энергии, связанные с нагревом теплоносителя. Большая часть лучистой энергии поглощается в поверхностном слое плёнки, а внутренние слои нагреваются за счёт теплопроводности керамического материала. Но при радиационном способе сушки по толщине керамической плёнки может возникнуть большой перепад во влажности и как следствие этого – неравномерная усадка и значительные напряжения, которые могут вызвать образование трещин и деформацию плёнки. Для предотвращения таких явлений, опираясь на производственный опыт, специалисты предприятия разрабатывали «прерывистые» режимы сушки, то есть проводили чередование периодов облучения и охлаждения, что способствовало выравниванию влажности в керамической плёнке, подвергаемой сушке. Данная процедура требовала некоторое количество времени на подготовку (подбор) технологических режимов сушки, что не всегда экономично с точки зрения массового производства.

При использовании нового оборудования поверхность керамической плёнки омывается тёплым воздухом, который нагревает и одновременно уносит испаряющийся растворитель. При этом способе сушки воздух является теплоносителем и сушильным агентом, который непрерывно вступает в контакт с поверхностью керамической плёнки и по мере насыщения растворителем отводится в вытяжную систему вентиляции. В начальный момент сушки температура воздуха лишь немного выше комнатной. Подъём температуры производится медленно. Движение растворителя по толщине плёнки также происходит медленно и является результатом перепада влажности. При этом из внутренних слоёв в результате диффузии к поверхности керамической плёнки поступает такое же количество влаги, какое уносится тёплым воздухом. В связи с этим усадка керамической плёнки происходит равномерно по всему объёму, без появления внутренних напряжений. После частичного удаления растворителя прочность структуры плёнки возрастает, что даёт возможность проводить сушку при более высокой температуре и большей скорости потока тёплого воздуха.

В соответствии с подобранным температурным режимом сушки на новой линии литья ведущие специалисты предприятия выделяют четыре основных этапа сушки, которые проиллюстрированы рисунком.

На первом этапе плёнка постепенно подогревается от контакта с тёплым воздухом. В конце этого периода наступает равновесие между количеством тепла, получаемого плёнкой, и тем теплом, которое расходуется на испарение растворителя. Точка А соответствует постоянной температуре (кривая 3), при которой наступает состояние равновесия.

Второй этап характеризуется постоянной температурой при постоянной скорости сушки. Растворитель, испаряющийся с поверхности керамической плёнки, возмещается растворителем, поступающим из внутренних слоёв плёнки. Это наиболее ответственный период – происходит усадка плёнки вследствие удаления из неё растворителя. Постоянная скорость сушки сохраняется до тех пор, пока средняя влажность керамической плёнки не достигнет критической. При критической влажности воздушная усадка плёнки



**Показатель влажности (2), скорости сушки (1) и температуры (3) керамической ленты на протяжении всей операции сушки**

прекращается и начинает возрастать её пористость.

Третий этап сопровождается дальнейшим уменьшением влажности плёнки. Скорость сушки уменьшается постепенно. При этом температура плёнки возрастает, что связано с уменьшением интенсивности испарения из неё растворителя. Разность между температурой плёнки и температурой рабочего пространства зоны уменьшается.

Четвёртый этап характеризуется равновесной влажностью при скорости сушки равной нулю. Удаление растворителя из плёнки заканчивается. Величина равновесной влажности зависит от свойств материала, а также от температуры и влажности рабочего пространства зоны. Процесс сушки прекращается, керамическая плёнка имеет температуру и влажность, одинаковые с температурой и влажностью окружающей среды.

Режим сушки керамической плёнки был разработан специалистами завода с учётом свойств шликера и дисперсности исходных сырьевых материалов, а также представленной выше теории. Наибольшее затруднение вызвал период постоянной сушки, во время которого происходит усадка керамической плёнки. Режим сушки устанавливался преимущественно экспериментальным путём.

Таким образом, можно с уверенностью сказать, что проведённая модернизация оборудования способствует улучшению качества продукции на промежуточных этапах изготовления МКК, на которых закладывается дефектность итоговой продукции, повышает уровень развития специалистов, а также открывает новые перспективы развития многовыводных металлокерамических корпусов для БИС и СБИС.

# Обзор современных технологий производства ЖК-матриц

Игорь Матешев, Андрей Туркин (Москва)

С момента своего появления в 1970-х годах жидкокристаллические панели прошли долгий и достаточно сложный путь развития от простых монохромных дисплеев, встраиваемых в часы и бытовую технику, до ультрасовременных моделей с широчайшими углами обзора, возможностью динамически изменять яркость и даже становиться зеркалом. Многие из современных жидкокристаллических панелей способны работать по 24 часа 7 дней в неделю в жёстких условиях эксплуатации – при экстремальных температурах, постоянных вибрациях, под воздействием яркого солнца – и при этом обеспечивать высококачественное изображение, удовлетворяющее достаточно жёстким требованиям производителей промышленного оборудования, медицинской техники, рекламных компаний и др.

## Введение

В 1970-х годах компания Radio Corporation of America впервые представила миру жидкокристаллический монохромный экран. Созданные ею жидкокристаллические дисплеи начали использоваться в электронных часах, калькуляторах, измерительных приборах. Дальнейшим развитием этой технологии стали матричные дисплеи, воспроизводящие чёрно-белое изображение. В 1987 году компания Sharp разработала первый цветной жидкокристаллический дисплей диагональю 3 дюйма. Так началась эра современных ЖК-матриц.

Сначала матрицы были чёрно-белыми, потом, благодаря усилиям Sharp, технология цветного дисплея пошла в серию, но все матрицы по-прежнему были «пассивного» типа. Они довольно сносно отображали статические изо-

бражения, но при малейшем движении картинка размазывалась – на экране невозможно было что-либо разобрать. Естественно, это ограничивало сферы использования нового типа дисплеев. Дальнейшая эволюция жидкокристаллических матриц привела к созданию нового типа – «активного». Такие дисплеи уже справлялись с отображением на экране движущихся объектов, и это способствовало появлению стационарных мониторов.

Сейчас рынок ЖК-панелей удивительно разнообразен. Несмотря на то, что это очень дорогое и сложное производство, количество производителей постоянно увеличивается, и одновременно появляются всё новые и новые разработки. Особенно интенсивно процесс внедрения новых технологий идёт в секторе PID-панелей, предназначен-

ных для использования в рекламно-информационном секторе. В то же время в секторе промышленных панелей в основном доминируют отработанные и надёжные технологии, проверенные долгим использованием в суровых условиях.

## ASV-матрицы

Компания Sharp разработала тип матриц, существенно отличающийся от традиционных. Они получили название ASV-матрицы [1].

Технология ASV (Advanced Super View) стала дальнейшим развитием технологии VA (Vertical Alignment) – режима работы жидких кристаллов, при котором они в выключенном состоянии выстраиваются перпендикулярно фильтру, не пропуская свет. Этот режим также называют гомеотропной ориентацией кристаллов.

Принцип работы ASV-технологии заключается в следующем. В каждом субпикселе располагаются два электрода – один в виде подложки в нижней части субпикселя, а второй, точечный, – в верхней части. При включении электрического поля, жидкие кристаллы выстраиваются вдоль него, а поскольку оно имеет ярко выраженный наклонный компонент, то в итоге кристаллы выстраиваются в форму, напоминающую цветок. Такое ориентирование кристаллов в пространстве (см. рис. 1) получило название «Continuous Pinwheel Alignment» (CPA). Из-за кругового вращения вектора направления ориентации кристаллов (т.н. директора) образуется очень симметричный конус обзора, и, как следствие, получаются очень широкие углы обзора.

Другая методика получения специфического «цветочного» ориентирования жидких кристаллов заключается в формировании на светофильтре специальных выступающих стенок, покрытых ориентирующей полимерной плёнкой. Они образуют индивидуальные ЖК-ячейки с требуемой ориентацией кристаллов. Стенки, ограничивающие ЖК-ячейки, получаются в результате внедрения в состав кристалла молекул полимеризованной смолы и облучения полученной смеси

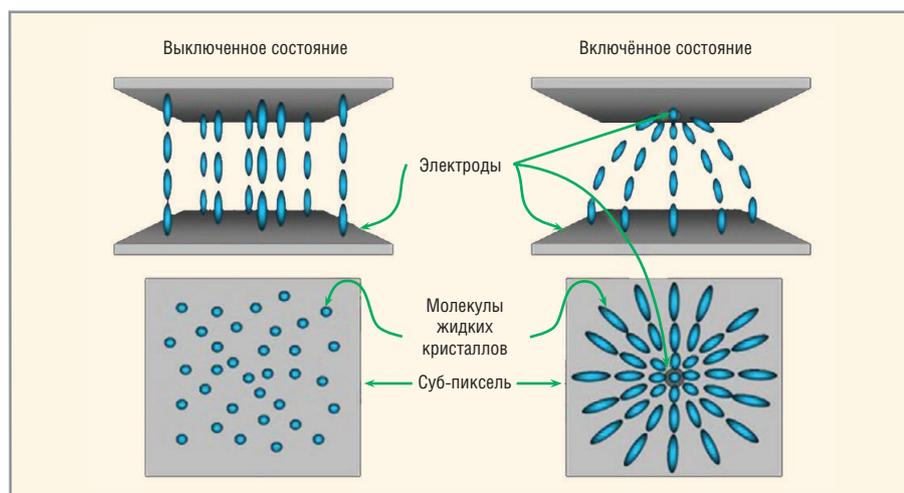


Рис. 1. Ориентация молекул жидких кристаллов ASV-матрицы в выключенном (Off) и включённом (On) состоянии

ультрафиолетовым излучением после фазового разделения.

Основными достоинствами технологии ASV, помимо уже упоминавшихся широких углов обзора (более 170°), являются высокое качество цветопередачи и быстрое время отклика (сравнимое с TN-матрицами). Благодаря этому ASV-матрицы стали очень популярны в промышленности и на транспорте. Характеристики основных моделей ЖК-панелей с ASV-матрицами компании Sharp представлены в таблице 1 [1].

Дальнейшим развитием технологии ASV стала технология UV<sup>2</sup>A.

### UV<sup>2</sup>A-матрицы

UV<sup>2</sup>A – это технология для мультидоменного вертикального выравнивания молекул жидких кристаллов с помощью ультрафиолетового источника [2]. Технология основана на сочетании технологии ультрафиолетового облучения со специально разработанными Sharp материалами. Она обеспечивает возможность упорядочения молекул жидких кристаллов в определённых местах панели под воздействием ультрафиолетового света.

Таблица 1. Примеры ЖК-панелей с ASV-матрицами производства Sharp

Характеристики	Модель		
	LQ190E1LX75	LQ150X1LX95	LQ070Y3LW01
Рабочая область (ш × в), мм	376,32 × 301,056	304,1 × 228,1	152,4 × 91,4
Система подсветки	LED (встроенный драйвер)		LED
Яркость, нит	350		360
Контрастность	1500:1		800:1
Размер диагонали, дюймы (см)	19,0 (48,0)	15,0 (38,1)	7,0 (18,0)
Интерфейс	LVDS		
Диапазон рабочих температур, °C	-15...+65		-10...+65
Габаритные размеры (ш × в × г), мм	396,0 × 323,7 × 11,5	326,5 × 253,5 × 9,6	170,0 × 110,0 × 9,0
Разрешение, пиксель	1280 × 1024	1024 × 768	800 × 480
Время отклика, мс	35		
Температурный диапазон хранения, °C	-25...+65		-25...+70
Тип	SXGA	XGA	WVGA
Угол обзора – 12 часов, °	85		
Угол обзора – 6 часов, °	85		
Угол обзора – боковой, °	170		

По сложности структуры на экране, обеспечивающей ориентацию молекул жидких кристаллов, технологии ASV и UV<sup>2</sup>A одинаковы. Основное различие состоит в том, что для UV<sup>2</sup>A-технологии микроструктура возникает из специального полимерного слоя, покрывающего стекло экрана, так называемого слоя выравнивания [2]. Полимерные цепи, прилегающие к поверхности слоя выравнивания, ориентируются фотометрическим способом с целью образования микрорёбер, причём заданный угол

наклона рёбер совпадает с направлением ультрафиолетового света, вызывающего выравнивание полимерных цепей (см. рис. 2). Эта ребристая микроструктура обеспечивает возможность очень точного управления упорядочиванием молекул жидких кристаллов. При этом угол наклона молекул жидких кристаллов, имеющих размеры всего около двух нанометров, может быть задан с точностью до пикометров.

Точное упорядочение молекул жидких кристаллов за счёт применения

**SHARP**

## LCD-ПАНЕЛИ SHARP ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРИМЕНЕНИЙ



Размер диагонали, дюйм	10,4	12,1	15...23	2,5...8,5
Разрешение	VGA, SVGA	SVGA, WXGA	XGA, SXGA, USGA	Q-VGA, SVGA, WVGA
Яркость, кд/м <sup>2</sup>	420...450	400...1200	350...1000	280...500
Контрастность : 1	600...800	800...1000	600...1000	300...800
Входной видеосигнал	Digital RGB, LVDS	Digital RGB, LVDS	LVDS	Digital RGB, LVDS
Задняя подсветка	LED	LED	LED	LED
Предельная рабочая температура, °C	мин.	-30	-15	-20
	макс.	+80	+75	+70

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР КОМПАНИИ SHARP

**ProCHIP**  
POWERED BY PROSOFT

Активный компонент вашего бизнеса

ТЕЛ.: (495) 232-2522 / ФАКС: (495) 234-0640 / INFO@PROCHIP.RU / WWW.PROCHIP.RU



Реклама

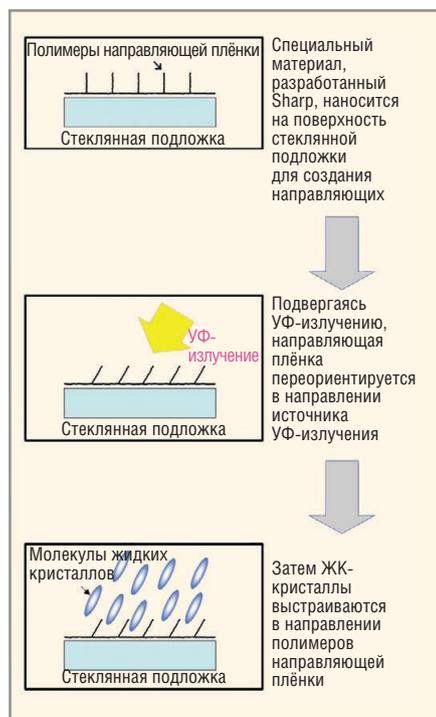


Рис. 2. Технология UV²A в ЖК-панелях Sharp

UV²A-технология даёт два эффекта, значительно влияющих на улучшение качества изображения ЖК-панелей. Во-первых, это устраняет утечку света от системы задней подсветки, что повышает статическую контрастность до 5000:1 и обеспечивает исключительно высокую глубину чёрного. Во-вторых, благодаря UV²A-технологии в ЖК-экранах может быть достигнут увеличенный коэффициент апертуры, повышающий проницаемость светового потока от системы задней подсветки более чем на 20%. Результатом является более эффективное использование энергопотребления при более ярких и насыщенных цветах. По заявлению Sharp, все панели, произведённые на заводе по изготовлению ЖК-панелей 10-го поколения в Сакаи и на заводе 8-го поколения Камеяма 2, будут изготовлены с использованием технологии UV²A [2].

### AMVA-матрицы

Одним из главных конкурентов Sharp на рынке ЖК-матриц является тайваньская компания AU Optonics (AUO), образованная в 2001 году слиянием компаний Acer Display Technology и Unipac Optoelectronics Corporation, дочерней компании BenQ Electronics. Среди разработок этой компании особое место занимают технологии AMVA и AHVA.

Как и ASV, технология AMVA стала дальнейшим развитием MVA-технологии, призванной бросить вызов

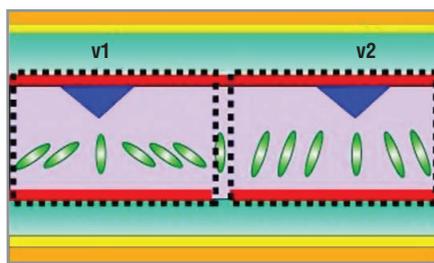


Рис. 3. Мультидоменная структура в MVA-матрице

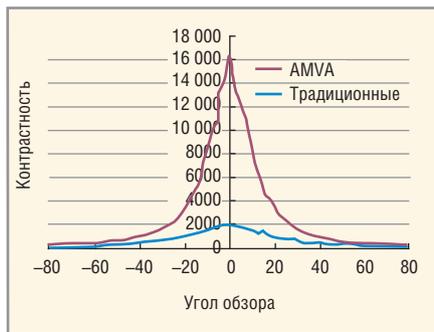


Рис. 4. Сравнение контрастности обычных MVA и AMVA-матриц

основным недостаткам VA-матриц, а именно совершенно неприемлемому искажению цвета при малейшем изменении угла обзора по горизонтали и низкой контрастности.

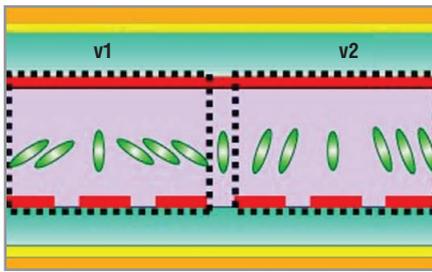
В панелях, изготовленных по технологии VA, каждый светоизлучающий элемент состоит из нескольких зон – доменов, представляющих собой длинные, вертикально ориентированные цепочки кристаллов. При изменении угла обзора может сильно меняться светоотдача субпикселя, а, следовательно, и цвет результирующего пикселя. Поэтому в новой технологии каждый субпиксель был разделён на несколько таких зон (отсюда и аббревиатура MVA: Multi Domain Alignment), каждая из которых оптимизирована для наилучшей светоотдачи в своём секторе обзора. Каждый из доменов излучает свет не перпендикулярно плоскости экрана, а под некоторым углом к ней. Расчёты показали, что наилучший результат с точки зрения угла обзора, с учётом не слишком серьёзного усложнения технологии, будет достигнут при количестве доменов, равном четырём (см. рис. 3). Таким образом, была решена проблема сильно ограниченных углов обзора в исходной технологии VA.

При использовании технологии MVA каждая ячейка (субпиксель экрана) разделена на левую и правую часть, так что расположенные в них кристаллы, изменяющие фазу проходящего света, поворачиваются в противоположных

направлениях. Раз кристаллы в доменах ориентированы по-разному, то с какой бы стороны пользователь ни посмотрел на экран, если кристаллы одного домена будут развёрнуты так, что будут пропускать свет, то кристаллы соседнего домена окажутся под углом к ним и задержат свет (разумеется, кроме того случая, когда надо отобразить белый цвет – тогда все кристаллы располагаются почти параллельно плоскости матрицы). То есть наблюдаемый под углом к монитору световой поток складывается из двух составляющих – из части, которая полностью проходит через фильтры (молекулы перпендикулярны потоку) и части, параллельной молекулам (свет не проходит через второй фильтр). Следовательно, при достаточно малых размерах ячеек может быть достигнута одинаковая интенсивность света под любым углом к монитору. Дисплеи, созданные на основе этой технологии, отличаются достаточно большим углом обзора – до 160° и достаточно малым временем реакции на изменение изображения – менее 25 мс.

К основным недостаткам технологии MVA можно отнести пропадание многих тёмных оттенков при взгляде точно перпендикулярно экрану и зависимость цветового баланса изображения от угла наблюдения, которые объясняются выступами на светофильтре, обеспечивающими разделение субпикселя на домены. Однако технология AMVA исправляет это несовершенство традиционных MVA-матриц, сохраняя все их достоинства (см. рис. 4). Матрицы, изготовленные по данной технологии, дают более стереоскопическое изображение и гораздо более чёткую картинку, значительно превосходя по параметру контрастности MVA-матрицы (16000:1 против 2000:1). Как следствие, матрицы такого типа очень распространены в рекламных и информационных решениях, таких как активные табло и информационные мониторы. Характеристики основных моделей ЖК-панелей с AMVA-матрицами компании AUO представлены в таблице 2.

Структура AMVA-матрицы представлена на рисунке 5. Суть технологии заключается в нанесении на ЖК-панель направляющей полимерной плёнки. В процессе производства в молекулы жидких кристаллов добавляют некоторое количество мономеров, после этого на ячейку подаётся напряжение, которое задаёт угол наклона молекул жидких кристаллов рядом с полиимидной



**Рис. 5. Мультидоменная структура AMVA-матрицы**

областью. Затем ячейка подвергается воздействию УФ-излучения, которое фиксирует угол наклона, завершает процесс стабилизации полимеров и тем самым завершает процесс ориентирования жидких кристаллов.

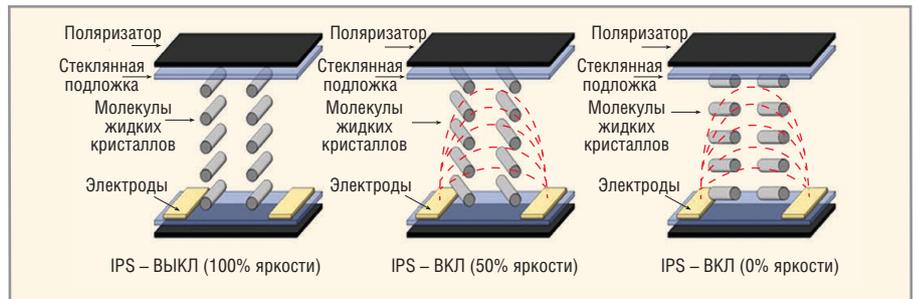
**AHVA-матрицы**

Следующим типом матриц ЖК-панелей являются AHVA-матрицы (Advanced Hyper Viewing Angle), также разработанные компанией AUO. Характеристики модели ЖК-панели с таким типом матрицы представлены в таблице 3.

Несмотря на название, матрицы AHVA не имеют никакого отношения к матрицам с гомеотропной (VA) ориентацией жидких кристаллов. Наоборот, эта технология – дальнейшее развитие альтернативной схемы расположения жидких кристаллов – IPS-матрицы (In Plane Switching). Схема IPS-матрицы представлена на рисунке 6.

В матрицах IPS жидкокристаллические молекулы расположены в плоскости поляризационных фильтров и поворачиваются в ней на определенный угол в зависимости от прикладываемого напряжения, изменяя соответственно фазу проходящего через них светового пучка: чем больше управляющее напряжение, тем больше кристаллы закручивают поляризацию светового пучка, и тем ярче светит субпиксель. При этом та часть светового потока, плоскость поляризации которой совпадает с таковой верхнего поляризатора, проходит через него. Жидкие кристаллы в выключенном состоянии не пропускают свет, и субпиксель получается чёрным.

Чёрный цвет получается действительно чёрным, а не тёмно-серым, и именно поэтому панели IPS имеют хорошую контрастность, а битые пиксели не так заметны. Достоинством матрицы помимо отличной цветопередачи является также и то, что из-за расположения кристаллов в одной плоскости углы обзора получаются очень большими. Критич-



**Рис. 6. Схема работы IPS-матрицы**

ность больших углов обзора для многих отраслей промышленности (например, для станкостроения) и транспорта позволяет прогнозировать высокий спрос на данную панель.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Рассмотренные примеры технологий изготовления ЖК-панелей являются лишь некоторыми самыми современными разработками ведущих компаний. На сегодняшний момент ЖК-дисплеи – одни из самых перспективных среди всех устройств для отображения видеoinформации в про-

мышленности, на транспорте, в быту и в информационной сфере, и поэтому своему часу выйти на рынок ждут ещё много интереснейших и перспективных разработок.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Матешев И., Туркин А. Обзор новых ЖК-панелей Sharp для промышленного применения. Современная электроника. № 5. 2014.
2. Туркин А. ЖК-панели Sharp для промышленного применения: основные особенности и обзор продукции. Компоненты и технологии. № 3. 2012.



**Таблица 2. Примеры ЖК-панелей с AMVA-матрицами производства AUO**

Характеристики	Модель		
	G070VFN01.1	G104XVFN01.0	G215HVN01.0
Рабочая область (ш × в), мм	152,4 × 91,44	210,4 × 157,8	476,64 × 268,11
Система подсветки	LED (встроенный драйвер)		
Яркость, нит	450	400	300
Контрастность	1500:1	3000:1	5000:1
Размер диагонали, дюймы (см)	7,0 (17,7)	10,4 (26,0)	21,5 (54,61)
Интерфейс	TTL	LVDS	
Диапазон рабочих температур, °C	-20...+70	-30...+80	0...+60
Габаритные размеры (ш × в × г), мм	164,55 × 104,71 × 11,3	238,6 × 175,8 × 6,5	495,6 × 292,2 × 17,35
Разрешение, пиксель	800 × 480	1024 × 768	1920 × 1080
Время отклика, мс	35	30	16
Диапазон температур хранения, °C	-30...+80		
Тип	WVGA	XGA	Full HD
Угол обзора – 12 часов, °	80	89	
Угол обзора – 6 часов, °	80	89	
Угол обзора – боковой, °	160	178	

**Таблица 3. Пример ЖК-панели с AHVA-матрицей производства AUO**

Характеристики	G190EAN01.0
Рабочая область (ш × в), мм	376,32 × 301,06
Система подсветки	LED (встроенный драйвер)
Яркость, нит	300
Контрастность	1000:1
Размер диагонали, дюймы (см)	19,0 (48,0)
Интерфейс	LVDS
Диапазон рабочих температур, °C	0...+50
Габаритные размеры (ш × в × г), мм	396,0 × 324,0 × 17,0
Разрешение, пиксель	1280 × 1024
Время отклика, мс	25
Диапазон температур хранения, °C	-20...+60
Тип	SXGA
Угол обзора – 12 часов, °	89
Угол обзора – 6 часов, °	89
Угол обзора – боковой, °	178

# Расширение возможностей стандарта ARINC 818 для работы с высокоскоростными датчиками и системами

## Часть 1

Тим Келлер, Пол Грюнвальд, Great River Technology

Материал предоставлен ЗАО «Фаворит-ЭК»

Спецификация стандарта ARINC 818 была впервые обнародована в 2006 г. и недавно подверглась существенному обновлению.

В данной статье рассматриваются все новые возможности, заложенные в спецификацию, и те преимущества, которые они создают для реализации систем разведки, наблюдения и рекогносцировки (ISR) и систем противодействия. Примеры применения стандарта будут опубликованы в № 9, 2014.

### ВВЕДЕНИЕ

Стандарт Avionics Digital Video Bus (ADVB) («Цифровой видеоинтерфейс авиационного радиоэлектронного оборудования с высокой скоростью передачи данных»), которому присвоено обозначение ARINC 818, представляет собой стандарт и спецификацию передачи видеоинформации на дисплеи кабин пилотов воздушных судов. Он получил широкое признание в отрасли и применяется как на коммерческих, так и на военных судах. Используется на самолётах Boeing 787, A350XWB, A400M, KC-46A и многих других. Будучи первоначально ориентированным на дисплеи, сейчас этот стандарт – благодаря тому, что его применение обеспечивает высокую пропускную способность и высокую надёжность, – начинает распространяться на область высокоскоростных датчиков, таких как датчики инфракрасного излучения и оптические видеокамеры.

Спецификация стандарта ARINC 818 была впервые обнародована в 2006 году и недавно подверглась существенному обновлению, которое способствовало расширению сферы его применения также и в качестве стандарта на интерфейс высокоскоростных датчиков. Новая редакция спецификации – ARINC 818-2 – была опубликована в декабре 2013 года.

В новую редакцию вошло следующее: коммутация видеопотоков, поддержка стерео- и трёхмерных изображений, реализация последовательной передачи цветов, выделение интересующих пользователя областей, реализация

каналов передачи только данных, реализация многоканального режима, двунаправленная связь, поддержка более высоких скоростей передачи – до 32 Гбит/с, формирование сигналов синхронизации, возможности для реализации высокоскоростных интерфейсов с применением коаксиальных кабелей и описание характеристик оптического интерфейса. Эти дополнения к исходной редакции спецификации особенно ценны для широкополосных систем с несколькими датчиками, для которых характерны проблемы, связанные с габаритами, массой и мощностью (Size, Weight and Power – SWaP) и «узкими местами» по пропускной способности. Кроме того, системы с высокоскоростными датчиками, которые призваны отслеживать цели, могут извлечь преимущества, связанные с заложенной в спецификацию ARINC 818-2s возможностью переключаться из режима отображения полного изображения в режим сверхвысокоскоростного отображения тех или иных интересующих пользователя областей. Физическими средами высокоскоростной передачи, на которых реализуется спецификация ARINC 818, являются либо медный провод, либо оптоволоконный кабель, спецификация предусматривает коммутацию нескольких датчиков на одну линию передачи в режиме временного разделения.

### ПРЕДЫСТОРИЯ И ОБЛАСТЬ ОХВАТА СТАНДАРТА ARINC 818

Мир «интеллектуальной работы с движущимися объектами» меняет-

ся прямо на глазах в стремлении идти в ногу с постоянно возникающими новыми угрозами и необходимостью внедрять новейшие технологии. Одной из целей при этом является реализация концепции видео с полноценным отображением движения (Full Motion Video) FMV 3.0, что должно вылиться в создание более интеллектуальных, более быстродействующих и более точных систем обработки, использования и распространения видео (Processing, Exploitation, and Dissemination – PED). Всё увеличивающееся количество датчиков, которые имеют всё более и более высокую разрешающую способность, и работают на всё более и более высоких частотах обновления информации, приводит к тому, что специалисты просто захлёбываются в море данных, а разработчики систем теряют последние силы в попытках решить технические проблемы – с тем, чтобы системы могли обнаруживать, классифицировать и отслеживать всё больше и больше целей одновременно.

В данной статье упор делается на обсуждение того, каким образом изменения, внесённые в спецификацию ARINC 818, позволяют реализовать более сложные системы. При этом особое внимание уделяется интерфейсу «датчик и бортовой компьютер (mission processor) / видеопроцессор». Также будут рассмотрены три примера-сценария, иллюстрирующих то, как новые возможности, заложенные в спецификацию ARINC 818-2, упрощают реализацию соответствующих сложных интерфейсов. В Примере 1 рассматривается платформа (турель) с различными подлежащими интеграции электрооптическими и инфракрасными датчиками. Пример 2 посвящён решению задачи слежения за быстро движущимися целями в рамках системы разведки, наблюдения и рекогносцировки (ISR) или системы противодействия. В примере 3 описывается датчик с ультравысоким

разрешением для системы наблюдения за целями в обширном районе (Wide Area Surveillance – WAS).

## ОБЗОР ПРОТОКОЛА ARINC 818-1

Поскольку не все читатели знакомы со стандартом ARINC 818, ниже приводится краткое описание данного протокола. Стандарт ARINC 818 основан на своём предшественнике – стандарте «Оптоволоконный канал для аудио- и видеoinформации» (Fibre Channel Audio Video – FC-AV), который был упрощён и специально переработан с целью построения критически важных видеосистем, которые должны иметь высокую пропускную способность и малые задержки.

Протокол ARINC 818 является протоколом последовательной связи «точка–точка» с кодированием по схеме 8b/10b для передачи видеoinформации, аудиоинформации и данных. Он предусматривает работу с пакетами данных, но при этом специально ориентирован на видеoinформацию, и является очень гибким – поддерживает целый ряд сложных видеофункций, включая мультиплексирование нескольких потоков видеоданных на одноканальную линию передачи или передачу одного потока данных по двухканальной линии. В протоколе определены четыре разных класса видеoinформации – от простой асинхронной системы до точной синхронизации на уровне растровых точек.

### СТРУКТУРА ПАКЕТА ADVB

Стандарт ARINC 818 ориентирован на базовый (пакетный) механизм транспортировки данных – ADVB-кадр. Представляется важным именовать эти кадры именно «ADVB-кадрами», а не просто «кадрами» – с тем чтобы исключить неправильное отождествление их с экранными видеокдрами.

Как показано на рисунке 1, начало ADVB-кадра сигнализируется упорядоченным набором SOFх, а конец – упорядоченным набором EOFх. Каждый ADVB-кадр имеет заголовок, состоящий из шести 32-разрядных слов. Эти слова дают информацию относительно источника и планируемого получателя (адресата) данного ADVB-кадра, а также сведения о позиции кадров в передаваемой последовательности. Поле полезного контента содержит либо видеоданные, либо их параметры и вспомогательные данные. Размер поля может



Рис. 1. Структура ADVB-кадра (оптоволоконный канал (Fibre Channel, FC)).

быть разным, но не более 2112 байтов. С целью контроля целостности передачи все ADVB-кадры содержат 32-разрядный код циклического контроля (CRC), вычисляемый по данным, находящимся в промежутке между SOFх и CRC. Для вычисления CRC применяется тот же самый 32-разрядный полиномиальный алгоритм, который описан в стандарте FC-AV (Fibre Channel Audio Video).

Спецификация ARINC 818 (аналогично стандарту FC-AV) определяет понятие «контейнер» – набор ADVB-кадров, служащих для транспортировки видео. Другими словами, видеоизображение и данные инкапсулированы в контейнер, который вмещает множество ADVB-кадров. В рамках понятия «контейнер» стандарт ARINC 818 определяет объекты, каждый из которых содержит определённый тип данных. То есть, конкретные ADVB-кадры внутри контейнера представляют собой часть некоторого объекта. Как показано в таблице, в контейнере могут находиться объекты четырёх типов.

В большинстве случаев единичный контейнер отображает ровно один видеокдр. Однако вполне допустима транспортировка в одном контейнере только части видеокдра. Это возможно, например, в ситуации, когда есть необходимость обновлять курсорную информацию для дисплея с частотой, превышающей частоту видеокдров, или когда задаются интересующие пользователя области с высокой скоростью перемещения целей. В этом случае в контейнере может находиться некоторая часть кадра, поэтому появление ADVB-кадров с объектами типа 0 происходит довольно часто. Данные о положении курсора могут быть загружены в ADVB-кадры с объектами типа 0, которые появляются в потоке достаточно часто – возможно, и несколько раз при передаче одного видеокдра. Вспомогательные данные (объект типа

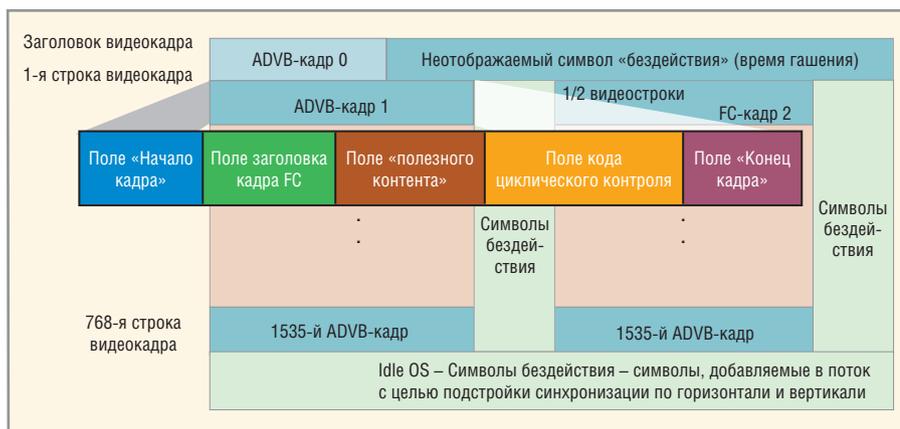
0) присутствуют и тогда, когда – наряду с видеокдрами – может передаваться информация, задаваемая пользователем. Например, в поле вспомогательных данных могут вводиться метаданные типа «ключ–длина–значение» (Key-Length-Value, протокол KLV).

Хорошей иллюстрацией вышесказанного может служить пример-описание того, как в соответствии с протоколом ARINC 818 передаётся цветной кадр формата XGA RGB. Такой кадр требует передачи данных со скоростью ~141 Мбайт/с (1024 пикселя × 3 байта на пиксель × 768 строк × 60 Гц). Если добавить «накладные расходы» протокола и продолжительность гасящего сигнала, то требуется стандартная скорость передачи данных по каналу, равная 2,125 Гбайт/с. Протокол ARINC 818 пакетирует видеоизображения в ADVB-кадры. Структура ADVB-кадра показана на рисунке 1, причём максимальная длина поля полезного контента составляет 2112 байт. Каждый ADVB-кадр начинается с 4-байтового упорядоченного набора битов (поля), именуемого SOF (Start of Frame), и заканчивается полем EOF (End of Frame). Кроме того, в целях контроля целостности данных при передаче в ADVB-кадр включается 4-байтовое поле кода циклического контроля CRC. Поле полезного контента первого ADVB-кадра последовательности содержит встроенную заголовочную информацию, которой сопровождается каждый кадр видеоизображения.

Каждая строка видеокдра XGA требует 3072 байтов, что превышает максимально допустимую длину поля полезного контента FC-кадра. Поэтому каждая такая строка распределяется на два ADVB-кадра. Транспортировка XGA-изображения «потребляет» объём полезного контента, содержащийся в 1536 FC-кадрах. Кроме того, должен быть добавлен заголовок видеокдра.

#### Четыре типа данных, находящихся в ADVB-кадрах и именуемых «объектами»

Объект	Данные
0	Вспомогательные
1	Аудио (не используется)
2	Видео: поля прогрессивной развёртки или нечётные поля чересстрочной развёртки
3	Видео: чётные поля чересстрочной развёртки



**Рис. 2. Пример XGA-изображения пакетированного в 1537 ADVB-кадров; показано также время гашения (Idle OS)**

Это означает, что всего требуется 1537 FC-кадров, как это и показано на рисунке 2. Между ADVB-кадрами необходимо вставлять неотображаемые символы «бездействия», которые используются для синхронизации передатчиков и приёмников и служат в качестве механизма подстройки синхронизации гашения по вертикали и по горизонтали.

**Гибкость и взаимозаменяемость**

Стандарт ARINC 818 покрывает практически всё разнообразие существующих видеоформатов, схем цветового кодирования, классов синхронизации и объёмов, подлежащих встраиванию данных, благодаря чему разработчик систем не заперт в строгих рамках. Однако построить систему, способную работать со всеми возможными сочетаниями характеристик, практически нереально. Поэтому каждая разработка требует создание документа, описывающего необходимую конфигурацию интерфейса протокола Arinc 818 (Interface Control Document, ICD). Этот документ нужен для описания области задач проекта и упрощает его реализацию. Бесплатные образцы-шаблоны ICD можно найти на сайте [www.ARINC818.com](http://www.ARINC818.com).

**Предыстория редакции стандарта ARINC 818-2 и новые возможности**

На протяжении последних восьми лет стандарт ARINC 818 быстро распространялся в военной и коммерческой авиакосмической индустрии в качестве самого предпочтительного видеointерфейса для тех применений в авионике, где требуется высокая пропускная способность и малые задержки. Современные «Стеклокabinы» с экранной индикацией насыщены линиями

передачи стандарта ARINC 818. Увеличение количества таких каналов дало толчок к переходу на ARINC 818 и в области коммутации и организации интерфейса с датчиками, видеокамерами, радарными, улучшенными системами видения для пилотов, регистраторами, бортовыми компьютерами (mission processors) и многими типами дисплеев. Для удовлетворения потребностей разрабатываемых в настоящее время сложных ARINC 818-систем спецификация ARINC 818 была обновлена. Благодаря этому она позволяет работать с более широкой номенклатурой датчиков, с широкодиагональными дисплеями, передавать командно-управляющую информацию, осуществлять сжатие и кодирование данных, синхронизацию датчиков и коммутацию видеопотоков. Многие вновь введенные возможности позволяют применять стандарт ARINC 818 для работы с новыми классами датчиков и систем в области ISR и противодействия. Далее даётся краткий обзор новых возможностей спецификации.

Весной и летом 2013 года специалисты аэрокосмической отрасли, представлявшие такие компании, как Airbus, Boeing, Cotsworks, DDC, Honeywell, SRB Consulting и Thales, вместе со специалистами компании Great River Technology (в роли отраслевого координатора) разработали Дополнение 2 к рассматриваемой спецификации. На промежуточной сессии Airlines Electronic Engineering Committee (AEEC), состоявшейся в Загребе (Хорватия) в конце октября 2013 года, проект получил единодушное одобрение исполнительного комитета организации. В том же году, 18 декабря, ARINC официально опубликовала эту редакцию под обозначением ARINC Specification 818-2.

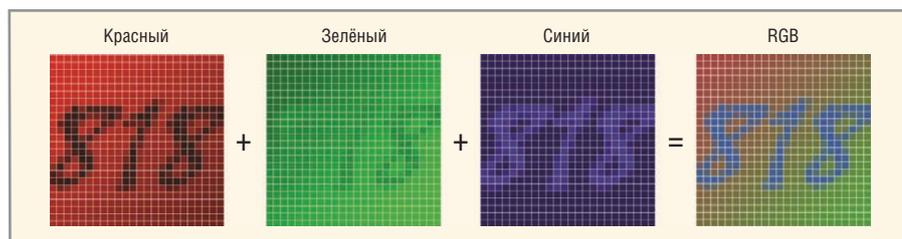
**Пропускная способность**

На тот момент, когда утверждался стандарт ARINC 818, протокол оптоволоконного канала (FC-AV) поддерживал скорости передачи 1,0625, 2,125, 4,25 и 8,5 Гбит/с. Затем, со временем, появились каналы со скоростью передачи 14,025 и 28,05 Гбит/с. Сегодня же планируются ещё более высокие скорости. Например, для дисплея формата WQXGA (кадровая частота 30 Гц, разрешение 2560 × 1600 пикселей, 24-рядное кодирование цвета) требуется пропускная способность 3 864 Мбит/с. В версию ARINC 818-2 введены скорости передачи 5,0, 6,375 (FC 6x), 12,75 (FC 12x), 14,025 (FC 16x), 21,0375 (FC 24x) и 28,05 (FC 32x) Гбит/с. Опции 6x, 12x и 24x были введены с тем, чтобы сделать возможным использование в качестве физической среды передачи высокоскоростного двунаправленного канала на коаксиальном кабеле с электропитанием.

Аэрокосмическая отрасль начинает применять для подключения датчиков и дисплеев системы связи, характеризующиеся очень высокими скоростями передачи. Программируемые пользователем вентиляльные матрицы (Field Programmable Gate Array, FPGA) Virtex 7 фирмы Xilinx и Stratix V компании Altera имеют модификации с трансиверами, работающими на скорости 28Гбит/с, что позволяет реализовывать на базе спецификации ARINC 818 ультраскоростную связь.

**Сжатие и шифрование**

В исходной версии стандарта ADVB была предусмотрена только передача несжатой видео- и аудиоинформации. Однако такие приложения, как датчики с высоким разрешением, беспилотные летательные аппараты / беспилотные авиационные системы (UAV/UAS) с ограниченной пропускной способностью канала «воздух-земля» и системы, в которых требуется передавать только данные, заставляют предусматривать процедуру сжатия и/или кодирования (шифрования) передаваемой информации. Это вызвало оживлённые дискуссии о том, что необходимо заложить в стандарт. Например, следует ли определить в нём кодеки, алгоритмы и обмен ключами? В конце концов, было решено внедрить в контейнеры ARINC 818 только флаги-признаки, чтобы идентифицировать, подвергнут ли полезный контент (будь то видеоинформация, аудиоинформация или



**Рис. 3. Пример реализации режима последовательной передачи цветов по полям, показывающий как RGB-изображение передаётся посредством последовательной передачи трёх изображений в трёх основных цветах**

просто данные) кодированию и/или сжатию.

Несмотря на то, что изначально стандарт ARINC 818 разрабатывался для систем управления и отображения, в которых центральную роль играет человек, существуют ситуации, когда требуется либо кодирование информации, либо её сжатие, либо и то и другое вместе. Сжатие позволяет сократить объём видеоданных настолько, что их можно передавать или регистрировать даже при использовании сильно ограниченных по пропускной способности каналов передачи «воздух–земля» или при ограниченных ресурсах, отведённых на хранение информации. Кодирование защищает данные в процессе передачи, что необходимо при работе с конфиденциальной или секретной информацией. Эти дополнительные возможности могут позволить использовать некий датчик, который был разработан для применения как в системе с оператором, так и в необслуживаемой системе (например, на беспилотнике). Для этого потребуются внести лишь минимальные изменения в интерфейсы стандарта ARINC 818.

В полном соответствии с идеологическим принципом ARINC 818, обеспечивающим максимальную гибкость, для каждого отдельного проекта выпускается документ описания интерфейса (ICD), который специфицирует конкретные детали реализации.

### Коммутация

При разработке стандарта ARINC 818 ставилась задача добиться 100-процентного качества обслуживания, поэтому в него был заложен протокол, ориентированный на схему связи «точка–точка». Однако, в связи с быстрым ростом на борту самолётов числа камер, датчиков и дисплеев и с соответствующим увеличением количества каналов ARINC 818, возникла необходимость ввести в спецификацию функцию их коммутации.

От спецификации FC-AV контейнеры ARINC 818 «унаследовали» идентификаторы источника данных и её получателя. Поэтому, в принципе, возможна маршрутизация на основе соответствующих адресов. Но с практической точки зрения для данных или аудиоинформации реализовать это было бы трудно, так как в этом случае размеры контейнера могут меняться, а задержка выхода на конец передачи полезного контента становится слишком большой. Что касается видео, то рассматриваемая спецификация требует, чтобы активная коммутация происходила только между передачами видеокадров. На практике – во избежание повреждения видеокадров – коммутация должна откладываться до истечения периода гашения по вертикали. В целях обеспечения взаимозаменяемости, рассматриваемая спецификация формализует к техническим средствам только несколько требований, а исходя из принципа обеспечения максимальной гибкости, даются лишь самые общие указания по данному вопросу – с отсылкой к ICD проекта, где должны описываться конкретные детали реализации.

### Последовательная передача цветов по полям

С целью поддержки режима последовательной передачи цветов по полям в стандарт был введён код описания видеоформата. В указанном режиме каждый компонент цвета передаётся в отдельном контейнере и есть возможность передавать не только основные цвета, как это характерно для традиционных систем. Как правило, каждый цвет передаётся на более высокой скорости, поддерживаемой быстрым стробированием светодиодных излучателей (LED). Например, в режиме RGB («красный–зелёный–синий») передаётся сначала содержимое красной составляющей кадра R, затем зелёной G, потом синей B, после чего цикл повторяется, как это показано на рисунке 3. Каждый

контейнер будет передаваться с утроенной частотой смены кадров, то есть 180 Гц для 60-герцевого видео.

Новые ЖК-технологии (LCD) используют в настоящее время именно этот режим, поскольку он не требует интерполяции в промежутках между пикселями (sub-pixels), благодаря чему даёт возможность применять более дешёвые компактные дисплеи. Эти дисплеи могут быть прозрачными, так как не требуют цветочных фильтров. Как правило, они характеризуются более высокой контрастностью изображения и широким углом обзора. Описанные характеристики делают данную технологию наиболее предпочтительной при создании наשלменных индикаторов и носимых дисплеев.

### Объединение каналов передачи

Одним из способов преодоления ограничений пропускной способности является использование нескольких параллельных каналов. Видеокадр разбивается на более мелкие сегменты и передаётся по двум или более физическим каналам. Потребность в таком решении может быть связана с необходимостью использовать кабельные каналы, которые имеют ограниченную пропускную способность. Это может быть продиктовано также и соображениями экономии. ПЛИС (FPGA) с двумя линиями со скоростью передачи 3,1875 Гбит/с каждая обойдётся дешевле, чем та же матрица, имеющая одну линию с пропускной способностью 6,375 Гбит/с.

Например, для передачи изображения формата WQXGA с 24-битной глубиной цвета при частоте кадров 60 Гц требуется канал с пропускной способностью 737 280 000 бит/с. При использовании опции связывания каналов такое изображение можно «расщепить» и передать через два канала ARINC 818 со скоростью 4,25 Гбит/с на каждом.

Стандарт ARINC 818 позволит применять два способа связывания каналов – на пиксельном уровне (нечётные/чётные пиксели) и на уровне видеостроки (левая/правая), что показано на рисунке 4.

### Каналы передачи данных

В спецификацию введена опция работы с каналами связи, предназначенными исключительно для передачи данных (но не видео- или аудиоинформации). Такие каналы обычно используются для передачи команд и управляющих данных. Например, «нормаль-

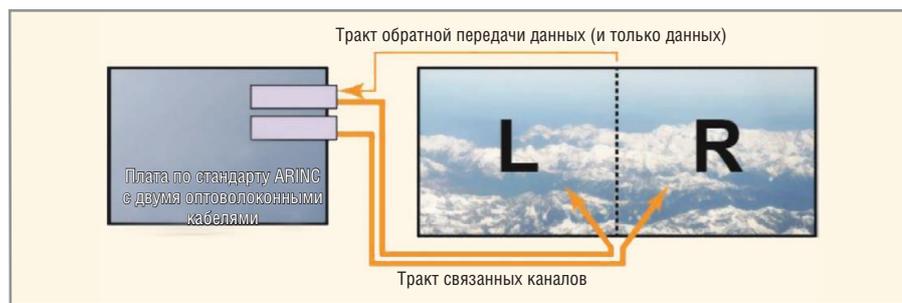


Рис. 4. Пример связывания левого (L) / правого (R) каналов

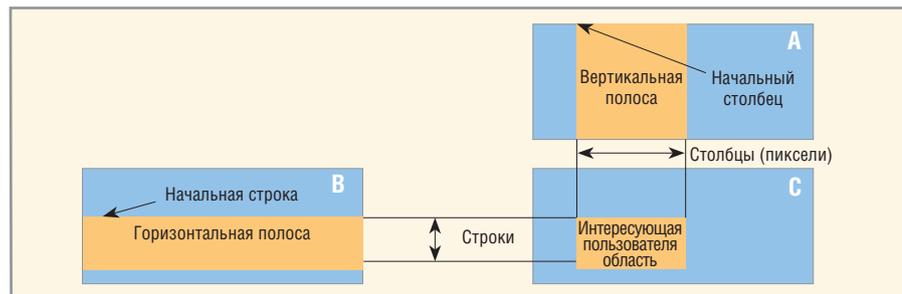


Рис. 5. Плиточное размещение, выделение полос и областей, интересующих пользователя

ный» канал ARINC 818 от камеры или датчика транспортирует поток видеoinформации. Рассматриваемый же дополнительный канал может доставлять к камере, например, управляющую информацию, необходимую для выполнения таких функций, как фокусировка или регулировка уровня белого. Ещё один пример – организация обратного тракта передачи для сенсорного экрана или сигнала, вводимого при помощи кнопки на рамке-оправе того или иного устройства. При этом одновременно на дисплей кабины пилота передаётся видеоизображение, как это показано на рисунке 4.

Передачи «исключительно данных» могут быть любого размера и состоять из множества ADVB-кадров. Любые специфические правила пакетирования (например, использование ADVB-кадров фиксированного размера) должны быть указаны в ICD. Каналы передачи только данных могут иметь как одну из упомянутых выше стандартных скоростей передачи, так и любую другую, описанную в ICD. Указание на то, что речь идёт о канале передачи только данных, делается через бит заголовка кадра.

### Двунаправленные каналы, высокоскоростные линии и синхронизация датчиков

При разработке стандарта ARINC 818 изначально ставилась задача добиться 100-процентного качества обслуживания, поэтому из соображений простоты было решено отказаться от процеду-

ры подтверждения установления связи (квитирования), которая была обязательной в сетях Fibre Channel. В то же время, по мере распространения стандарта ARINC 818 в области камер и датчиков, возникла необходимость в организации двунаправленной связи.

С практической точки зрения, двунаправленный интерфейс камеры – просто частный случай канала передачи исключительно данных. Но авторы стандарта пришли к пониманию, что в стандарт всё же следует включить некоторые указания по этой функции. Одной из главных характеристик реализации данной функции в стандарте является возможность работы видеоканала и канала обратной передачи команд и управляющих данных на разных скоростях. Эта возможность важна, когда речь идёт о новых физических уровнях, обеспечивающих двунаправленную связь по одному коаксиальному кабелю. В частности, на скорости 3, 6 или 12 Гбит/с в прямом направлении и на скорости 20 Мбит/с – в обратном. Имеющиеся на рынке чипсеты (например, выпускаемые фирмой Epcologic/Microchip) продемонстрировали реализацию функции двунаправленной связи по кабелю длиной 25 м и более и прошли проверку с контактными кольцами, которые часто применяются в случае установки на шарнирном узле платформы с датчиками. Демонстрация применения спецификации ARINC 818 в соответствующих высокоскоростных интерфейсах на коаксиальных кабелях прошла успешно [1].

В новую редакцию рассматриваемого стандарта был также введён метод синхронизации, при котором используется специальный бит в заголовке кадра, показывающий, что данное иницирующее поле-символ начала кадра (SOFi) является синхронизирующим сигналом. Это даёт возможность использовать соответствующий пакет для синхронизации нескольких датчиков с тем, чтобы облегчить их совместную работу. Благодаря версии ARINC 818-2 появляется возможность передавать информацию от нескольких датчиков, объединять их в системы и управлять ими. И всё это без ущерба тем преимуществам, которые характерны для стандарта ARINC 818.

### СТЕРЕО- и ДРУГИЕ ТИПЫ ДИСПЛЕЙ (ВЫДЕЛЕНИЕ ПОЛОС И ОБЛАСТЕЙ)

Стандарт ARINC 818 с самого начала предусматривал возможность работать со стереодисплеями, но во вторую его редакцию были введены некоторые управляющие параметры, придавшие стандарту в этом отношении дополнительную гибкость. Эти параметры дают возможность оперировать не только стереоизображениями, но также выделять части изображения, размещать его фрагменты по схеме плиточного покрытия экрана (Tiling) и выделять интересующие пользователя области. На рисунке 5 приведены примеры – выделение вертикальной полосы (кадр А), выделение горизонтальной полосы (кадр В) и плиточное размещение или выделение интересующие пользователя области (кадр С).

Дополнительные управляющие параметры дают возможность делать горизонтальные и вертикальные срезы изображений. При одновременном их использовании пользователь может выделять интересующие его области. Возможно также разделение изображений, полученных с левого и правого каналов, и организация зон-вставок.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Keller T., Alexander J. ARINC 818 express for high-speed avionics video and power over coax. Proc. SPIE 8383. Head- and Helmet-Mounted Displays XVII; and Display Technologies and Applications for Defense, Security, and Avionics VI. 2012.

Окончание статьи читайте в следующем номере журнала.

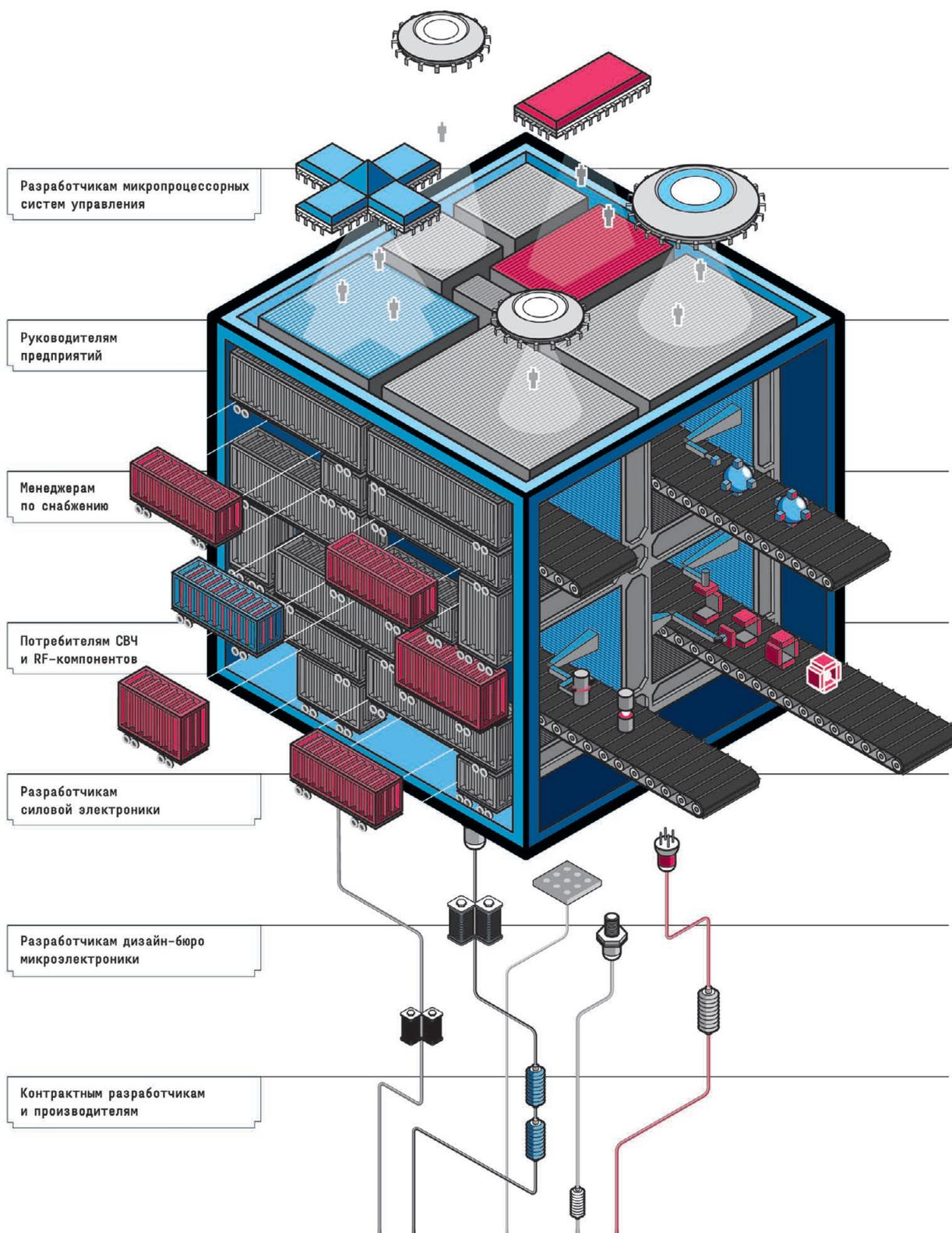
Во второй части будут рассмотрены примеры применения стандарта ARINC 818.

# НОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА / РОССИЯ

## 24-26 МАРТА 2015

МОСКВА  
ЭКСПОЦЕНТР  
НА КРАСНОЙ ПРЕСНЕ

главная российская выставка электронных компонентов и модулей



Реклама

# Опыт проведения испытаний на ЭМС технических средств военного назначения

Александр Ивко (Москва)

Требования гражданских и военных ГОСТов к предельным уровням излучаемых радиопомех существенно различаются. Далеко не все изделия военного назначения проходят испытания на ЭМС с первого раза. В статье приводится статистика выявленных несоответствий и разбираются причины сложившейся ситуации.

## ТРЕБОВАНИЯ К ГРАЖДАНСКОЙ И СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ

Как известно, требования ГОСТов к гражданской и военной технике, а также технике специального назначения (авиационной, медицинской, технике атомной промышленности) существенно различаются. Это связано с повы-

шенными требованиями к надёжности работы специальной аппаратуры, более плотной её компоновкой и более жёсткими условиями эксплуатации.

Например, специфика авиационного оборудования состоит в том, что широкий спектр устройств должен функционировать в замкнутом объёме метал-

лического корпуса, который не имеет классического заземления. Кроме того, все устройства в составе авиатранспорта должны соответствовать международным стандартам. Техника для военного применения предполагает ещё более жёсткие условия эксплуатации, поэтому к ней предъявляются специальные требования по ЭМС, как правило, с грифом «секретно».

На рисунке 1 показаны ограничительные линии, установленные гражданскими и военными ГОСТами для уровней излучаемых помех. Указаны нормы излучения на расстоянии 1 м от источника помех. На рисунке видно, насколько различаются требования к гражданской продукции (ГОСТ Р 51317.6.3), гражданской авиационной продукции (КТ-160D), военной авиационной продукции и наземному военному оборудованию – разница допустимых уровней помех достигает 40 дБ. Это очень жёсткие требования: напомним, что напряжённость поля 1 В/м равна 120 дБмкВ/м, а обычный сотовый телефон способен создавать поля напряжённостью до 30 В/м на расстоянии 1 см от передающей антенны.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

ЗАО «ТЕСТПРИБОР» располагает собственной независимой испытательной лабораторией, которая аккредитована АР МАК и «Военным Регистром». Компания сотрудничает с ведущими институтами и лабораториями в области ЭМС, предоставляет консультации по обеспечению ЭМС систем и установок и располагает возможностью проведения комплексных испытаний. Протокол испытаний, проведённых в лаборатории, даёт основания для получения сертификата соответствия продукции существующим требованиям по ЭМС. При необходимости работы проводятся под контролем военного представителя Министерства обороны РФ.

Опыт испытаний технических средств военного назначения позволил собрать статистику несоответствий испытываемых изделий нормативным требованиям. Несоответствия, выявленные в разных видах испытаний, показаны на рисунке 2.

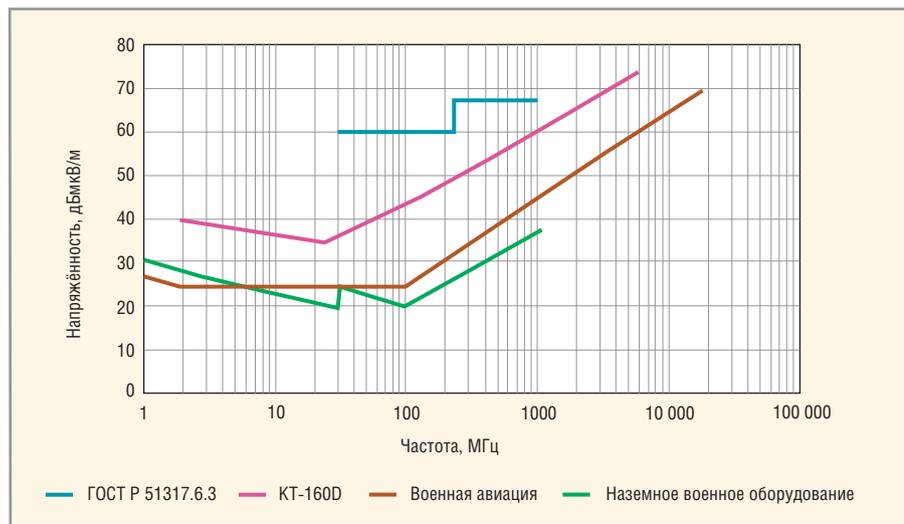


Рис. 1. Ограничительные линии для уровней излучаемых помех по гражданским и военным ГОСТ

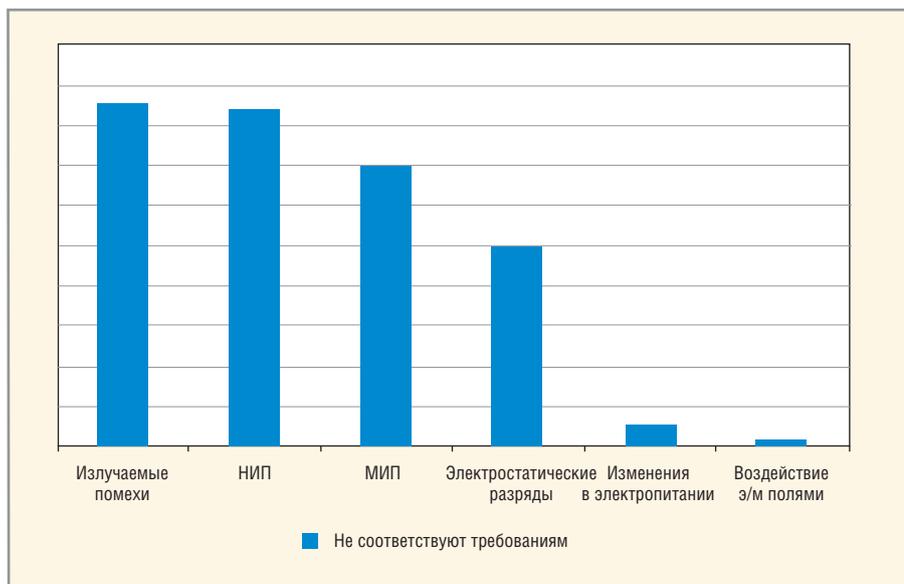


Рис. 2. Распределение выявленных несоответствий испытываемых изделий по видам испытаний

# ИСПЫТАНИЯ НА ЭМС

(ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ)

Испытательная лаборатория  
ЗАО «ТЕСТПРИБОР» проводит  
испытания технических  
средств (ТС) на ЭМС

## ВИДЫ ИСПЫТАНИЙ:

- На устойчивость к изменениям в системе электропитания.
- Измерение уровня электромагнитных помех (помехоэмиссии).
- На устойчивость к кондуктивным помехам и электромагнитным полям.
- На устойчивость к воздействию электростатических разрядов.

## АККРЕДИТАЦИЯ:

- В системе добровольной сертификации «ВОЕННЫЙ РЕГИСТР» на соответствие ГОСТ ИСО/МЭК 17025, ВР ОА 02.02 на право проведения испытаний РЭА и ТС на ЭМС.
- В системе сертификации АТ и ОГА на соответствие ПАЛ-94 Межгосударственного Авиационного Комитета (АР МАК).

По результатам прохождения испытаний выдается протокол испытаний, который является основанием для получения сертификата соответствия.

По требованию заказчика испытания проводятся под контролем ВП МО РФ.

125362, г. Москва,  
ул. Свободы, д. 31, стр. 1

телефон/факс:  
(495) 657-87-37

tp@test-expert.ru

www.test-expert.ru



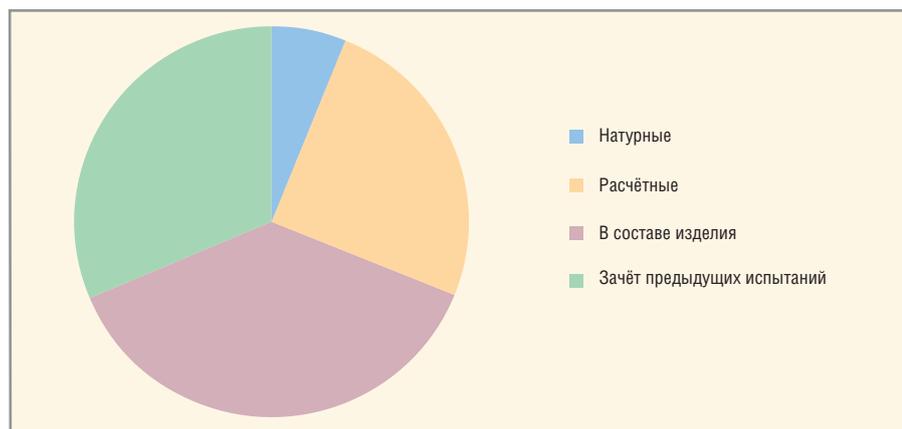


Рис. 3. Применяемые методы испытания изделий на ЭМС

**Помехоэмиссия**

Основная масса изделий не может пройти испытаний на помехоэмиссию. Это связано не только с ошибками при конструировании изделий, но и с нарушениями технологии сборки. В основном, это отсутствие проводящих прокладок, ошибки в заземлении, незащищённые вентиляционные отверстия без расчёта граничной частоты среза, отсутствие фильтров на портах ввода-вывода или недостаточная фильтрация.

**Кондуктивные помехи**

Микросекундные импульсные помехи (МИП) в линиях передачи данных и питания возникают от молниевых разрядов и аварий в электросетях. Несмотря на сравнительно небольшие уровни помех, доходящих до изделия, при отсутствии должных мер защиты они могут привести к сбоям в работе изделия или полному его отказу.

Наносекундные импульсные помехи (НИП) из-за своих коротких фронтов имеют широкую полосу высокочастотных спектральных составляющих и соответственно могут влиять как своей энергией, выводя из строя электронику, так и приводить к сбоям в обмене данными, в случае воздействия на линии связи. Меры защиты – быстродействующие диоды, фильтры. При проведении испытаний на устойчивость к кондуктивным помехам всегда выясняется уровень чувствительности изделия. Проводимый анализ показывает, что основной причиной чувствительности к кондуктивным помехам является недостаточная фильтрация сигналов, а иногда и полное её отсутствие.

**Электростатические разряды**

Несмотря на малую длительность, электростатические разряды часто

приводят к отказам изделий. Это происходит в силу того, что из-за высоко-го напряжения и наносекундных фронтов воздействующие факторы разрядов имеют высокую проникающую способность. Кроме того, при испытаниях ГОСТы требуют нанесения до 30 ударов в одну и ту же точку, из-за чего возникает эффект накопления – что не удалось сделать первому разряду, довершают остальные. Для защиты изделий от электростатических разрядов необходимо применять специальные быстродействующие диоды или варисторы совместно с конструктивными методами защиты.

**Изменения в электропитании**

Этот тест, как правило, не вызывает отказов, кроме случаев грубых ошибок при проектировании системы питания.

**Воздействие электромагнитными полями**

При качественно выполненном корпусе и установленных фильтрах воздействие электромагнитными полями в большинстве случаев не вызывает катастрофических последствий. Кроме того, уровни устойчивости, на которые проводятся испытания, невелики. Однако сегодня наблюдается тенденция значительного подъёма уровней устойчивости – до 7 кВ/м.

**Методы испытаний**

Подтверждение соответствия нового изделия требованиям ЭМС расчётным методом на стадии приёмо-сдаточных испытаний является наименее точным, поскольку невозможно учесть все факторы, влияющие на работу системы в целом, а также неизбежные ошибки при монтаже и производстве. Самым достоверным методом были и остаются натурные испыта-

ния на ЭМС. К сожалению, в последние годы в нашей промышленности им уделялось мало внимания. Кроме того, долгое время натурные испытания на ЭМС заменялись «теоретическими обоснованиями», такими как «проведение испытаний в составе изделия», зачёт предыдущих испытаний, расчётные испытания (см. рис. 3). Это привело к тому, что с первого раза испытания восьми изделий из десяти заканчиваются отрицательным результатом.

Ситуация, сложившаяся на сегодняшний день, не самая приятная. С одной стороны, резко ужесточились требования к контролю прохождения испытаний на ЭМС и появился негласный запрет «теоретических обоснований». С другой, в результате длительного простоя в сфере испытаний ЭМС осталось очень мало аккредитованных испытательных лабораторий, способных проводить испытания профессионально, независимо и в полном соответствии с ГОСТами. Довольно трудно найти специалистов – инженеров-испытателей на ЭМС и инженеров-разработчиков в этой области. Тем не менее, такая ситуация дала импульс к развитию независимых испытательных лабораторий в России, что безусловно приведёт к повышению качества производимой продукции, а следовательно, и её конкурентоспособности.

**РЕЗЮМЕ**

Сегодня трудно переоценить важность проведения испытаний на ЭМС. За последний год объёмы испытаний только в лаборатории ЗАО «ТЕСТ-ПРИБОР» выросли вдвое. Это говорит о том, что современному рынку нужна качественная продукция. Необходимость проведения испытаний стимулирует предприятия к повышению качества продукции, а инженеров-разработчиков – к повышению квалификации. Предприятиям, которые первыми решили пойти по пути проведения натурных испытаний, приходится сталкиваться с различными трудностями. Но преодолев их, они первыми выпустят на рынок качественную сертифицированную продукцию и увеличат объёмы своих продаж.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Квалификационные требования КТ-160D.
2. ГОСТ Р 51317.6.3.

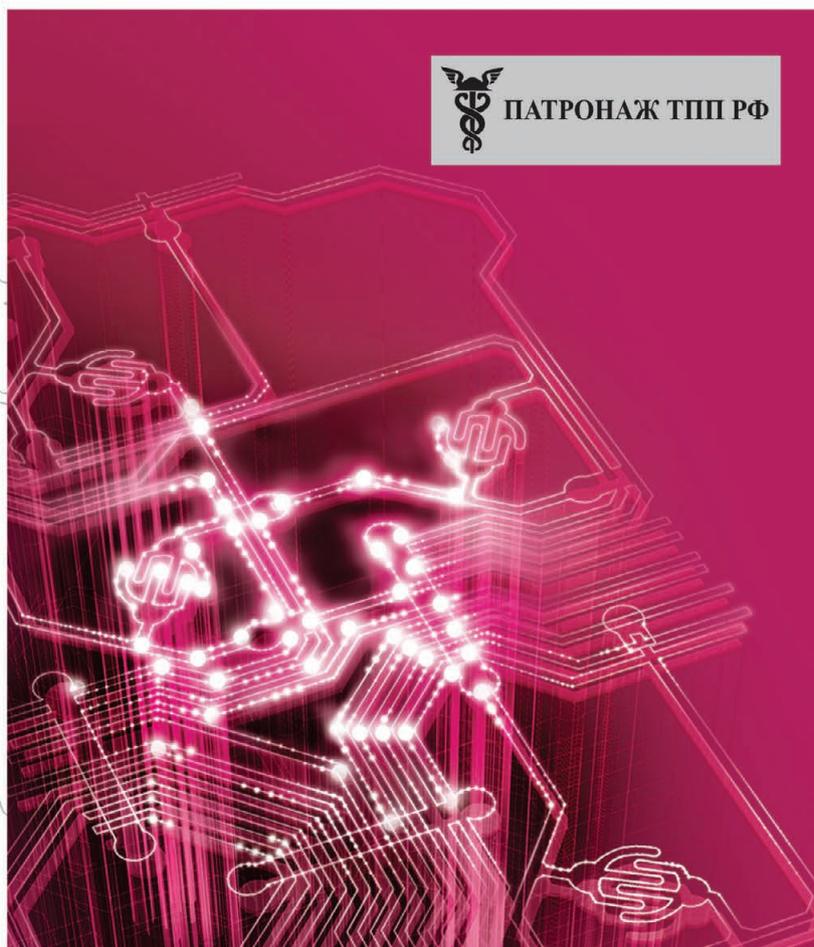


# РАДИОЭЛЕКТРОНИКА И ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

XIV МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА



ПАТРОНАЖ ТПП РФ



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

Организаторы выставки:



**FareXPO**  
PROFESSIONAL EXHIBITION & CONGRESS ORGANIZER



[www.farexpo.ru/radel](http://www.farexpo.ru/radel)  
тел.: +7 (812) 777-04-07

Место проведения: Санкт-Петербург, СКК, пр. Ю. Гагарина, 8, м. «Парк Победы»

**28-30 октября 2014**  
Санкт-Петербург, СКК

Новости мира News of the World Новости мира

**Ручной тепловизор и измерители сопротивления изоляции для профилактического обслуживания**

Компания Keysight Technologies объявила о расширении своей линейки ручных приборов двумя новыми семействами.

Тепловизор U5855A TrueIR создаёт четкие термограммы и предлагает уникальную функцию повышенного разрешения.

Измерители сопротивления изоляции серий U1450A/60A представлены пятью моделями с функциями дистанционного тестирования и создания отчетов.

В свете всё большей ориентации на профилактические мероприятия при техническом обслуживании инженерного оборудования, тепловизор U5855A TrueIR позволяет инженерам безопасно и эффективно выявлять потенциальные проблемы без необходимости отключения системы или прерывания производственного цикла. U5855A имеет функцию повышенного разрешения, которая улучшает качество термограмм, реконструируя изображение на основе нескольких последовательных инфракрасных кадров. Это позволяет получить эффективное разрешение 320 × 240 пикселей от детектора с разрешением 160 × 120 пикселей. Благодаря этой функции U5855A обеспечивает вчетверо лучшее разрешение по сравнению с типовыми термограммами 160 × 120. А благодаря 4-кратному цифровому увеличению, U5855A показывает больше мелких деталей, особенно при обследовании мелких трещин в трубопроводах даже с больших расстояний.

Лёгкая и эргономичная конструкция U5855A позволяет с удобством пользоваться тепловизором в течение длительного времени и в сложных условиях держать



его одной рукой. Кроме того, пользователи могут легко менять настройки и вызывать кнопками быстрого доступа часто используемые функции, такие как фонарь, лазерная указка, автоматический выбор масштаба и запуск. Встроенные функции мониторинга и анализа значительно экономят время, позволяя обойтись без подключения к ПК. Для более глубокого анализа и создания отчетов инженеры могут воспользоваться специальным ПО, которое можно загрузить по ссылке [www.keysight.com/find/TrueIR\\_ART](http://www.keysight.com/find/TrueIR_ART).

Приборы серии U1450A/60A (см. табл.) представляют собой измерители сопротивления изоляции с рабочим напряжением 1 кВ, предназначенные для измерения токов утечки и сопротивления изоляции в ходе профилактического технического обслуживания, например, при проверке обмоток или кабелей в электродвигателях, трансформаторах и другом электротехническом оборудовании. В комплект поставки измерителей серии U1450A/60A входит ПО для составления отчетов, которое можно использовать для автоматического, не подверженного ошибкам, создания отчетов об испытаниях в табличной и графической форме. Все пять моделей сертифицированы на соответствие степени защиты IP67 и совместимы со средствами дистанционного управления, выпускаемыми компанией Keysight, что позволяет тестировать изоляцию по беспроводному каналу.

Если требуются специальные испытательные напряжения, в составе серии U1450A/60A есть две модели, допускающие перестройку испытательного напряжения в диапазоне от 10 В до 1,1 кВ с шагом 1 В. Имеется также измеритель сопротивления изоляции, совмещённый с полнофункциональным 4,5-разрядным цифровым мультиметром.

Решение для дистанционного управления приборами Keysight представляет собой беспроводной интерфейс нового поколения. Подключив адаптер-переходник с инфракрасного порта на Bluetooth® U1177A или U1117A к совместимому ручному прибору Keysight, инженеры могут осуществлять дистанционные измерения и мониторинг с нового дистанционного дисплея U1115A, устройств с операционной системой iOS/Android или с компьютера с системой Windows. Кроме того, новый адаптер U1117A обладает расширенным до 100 м диапазоном, что повышает удобство и безопасность измерений в опасных средах.

**Ручные измерители сопротивления изоляции серии U1450A/60A**

Модель	Описание
U1451A	Измеритель сопротивления изоляции, от 250 В до 1 кВ
U1452A	Измеритель сопротивления изоляции, от 50 В до 1 кВ
U1452AT	Измеритель сопротивления изоляции для телекоммуникационных приложений, от 50 до 100 В
U1453A	Измеритель сопротивления изоляции с дисплеем на органических светодиодах, от 50 В до 1 кВ
U1461A	Измеритель сопротивления изоляции с интегрированным мультиметром и с дисплеем на органических светодиодах, от 50 В до 1 кВ

[www.keysight.com/find/hhgowireless\\_pr](http://www.keysight.com/find/hhgowireless_pr)

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ «РОСТЕХ», ОАО «РОСЭЛЕКТРОНИКА»  
ОАО «ОМСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»**

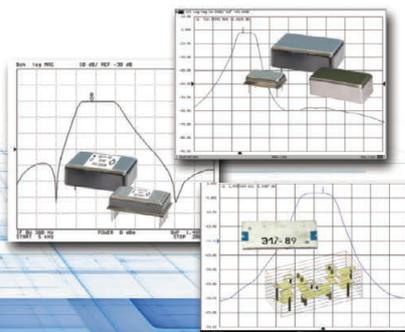


**LC-фильтры:**

- диапазон частот 10 кГц...1500 МГц
- относительные полосы пропускания 10...200%
- гарантированное затухание в полосе задерживания 30...60 дБ
- вносимое затухание в полосе пропускания до 2 дБ

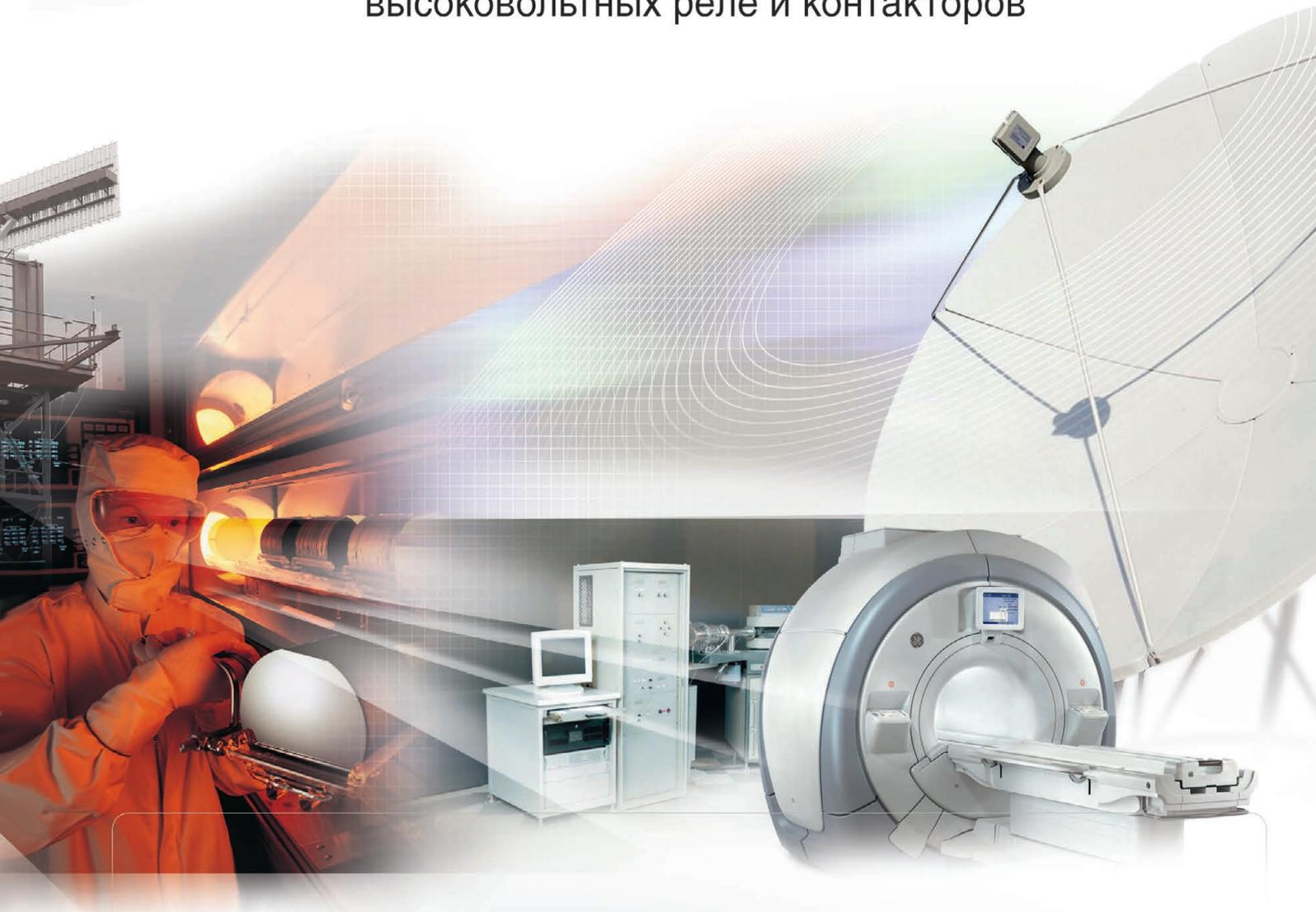
**Интегральные фильтры, выполненные на основе LTCC технологии:**

- диапазон частот 80 МГц...3000 МГц
- относительные полосы пропускания 10...70%
- гарантированное затухание в полосе задерживания 20...40 дБ
- вносимое затухание в полосе пропускания до 2...4 дБ



Россия, Омск, 644009, Масленникова 231 тел. (3812) 514900 факс. (3812) 514987 e-mail: [info@oniip.ru](mailto:info@oniip.ru) <http://www.oniip.ru>

## Лидер в области разработки и производства высоковольтных реле и контакторов



Реклама



Вакуумные реле



Газонаполненные реле



Герконовые реле



Контакторы

# Обзор интегральных микросхем светодиодных драйверов

Евгений Цевелюк, Владимир Котов (г. Минск, Беларусь)

В статье рассмотрены достоинства и недостатки популярных схемотехнических решений интегральных схем (ИС) светодиодных драйверов.

## ВВЕДЕНИЕ

Для обеспечения стабильных параметров светодиодов, таких как цветовая температура, яркость свечения, продолжительность срока службы и надёжность, их необходимо питать стабилизированным током. Стабилизацию тока можно осуществить, применяя светодиодные драйверы на основе специализированных интегральных микросхем.

Светодиодные драйверы по способу преобразования энергии делятся на линейные и импульсные (см. рис. 1). В свою очередь, импульсные драйверы, в зависимости от гальванической развязки от сети переменного тока, могут быть как гальванически изолированными, так и неизолированными. Способ гальванической развязки определяет дальнейшую топологию преобразователя. В изолированных драйверах невысокой мощности, как правило, применяется обратногоходовой (flyback) преобразователь. Если же необходима мощность более 100 Вт, используется полумостовой резонансный преобразователь. Гальванически неизолированные светодиодные драйверы в зависимости от величины входного напряжения  $U_{вх}$  и выходного напряжения  $U_{вых}$  делятся на понижающие (buck) с  $U_{вх} > U_{вых}$ , повышающие (boost) с  $U_{вх} < U_{вых}$  и понижающе-повышающие (buck-boost) преобразователи.

Светодиодные драйверы, независимо от топологии, а также наличия или отсутствия гальванической связи выхода и первичной сети, могут содержать корректор коэффициента мощности (PFC).

## ЛИНЕЙНЫЕ СВЕТОДИОДНЫЕ ДРАЙВЕРЫ

Простейшим линейным светодиодным драйвером является резистор, включённый последовательно со светодиодами. Недостатки такой схемы очевидны: колебания напряжения в сети будут вызывать изменение тока через светодиоды и, соответственно, изменение интенсивности свечения. Следующим по степени сложности линейным светодиодным драйвером является токоограничительный диод (CLD, Current Limiting Diode), представляющий собой полевой транзистор с p-n-переходом, работающий в режиме источника тока [1, 2]. Такие диоды выпускаются фирмами Supetex, Central Semiconductor Corp, Diotec, Semitec, Linear Systems и OnSemi. Основным недостатком таких приборов является зависимость тока диода от падающего на нём напряжения и от температуры.

Наиболее эффективным решением линейного драйвера светодиодов является применение специализированных микросхем типа CLx компании Supetex или MCA1504 компании «Микроника»,

обеспечивающих стабилизированный ток на выходе, как в диапазоне входных напряжений, так и в диапазоне температур. По сути, ИС такого типа является генератором стабильного тока, величина которого не зависит от напряжения на нём. Типовая схема светодиодных драйверов на базе ИС CL2 и MCA1504 [3, 4] приведена на рисунке 2. Дополнительные RC-цепи, установленные до и после диодного моста, используются для расширения диапазона входного переменного напряжения.

Основные достоинства описанных светодиодных драйверов:

- простота применения, малые габариты и низкая стоимость;
- отсутствие высокочастотных помех при работе;
- отсутствие точечных изделий.

Основные недостатки линейных светодиодных драйверов на базе ИС CL2 и MCA1504:

- ограниченный диапазон входных напряжений, и, вследствие этого, необходимость применения RC-цепочек для расширения этого диапазона, особенно для ИС MCA1504;
- низкий коэффициент мощности;
- невозможность управления яркостью светодиодов.

При необходимости широкого диапазона входных переменных напряжений 176...264 В применяются линейные светодиодные драйверы с высоковольтными ключами в выходном каскаде. Они последовательно подключают или отключают цепочки светодиодов в зависимости от приложенного в данный момент напряжения. По этому принципу построены линейные драйверы на базе микросхем SDS3108 фирмы SDS Power Integration, AIC6621 фирмы Analog Integrations, AP1513 фирмы Anwell Semiconductor и DCL2118 фирмы InnoVision. Микросхемы этого типа могут выпускаться под различные токи светодиодов (20, 25, 30, 35, 40, 45 и 50 мА). Параллельное включение ИС увеличивает ток. Микросхемы осуществляют температурную защиту светодиодов от перегрева, которая снижает выходной ток при достижении температуры кристалла в 125...140°C. Типо-

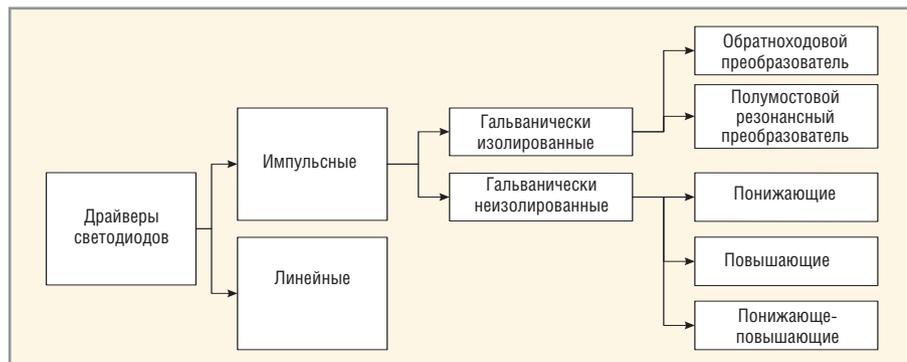


Рис. 1. Классификация светодиодных драйверов

вая схема драйвера на базе ИС АIC6621 представлена на рисунке 3.

В микросхеме АIC6621 есть три высоковольтных транзистора, которые работают в режиме ограничения тока. В начальный момент времени ток протекает через светодиоды D1 и вывод ИС S1, который представляет собой цепь с МОП-транзистором с открытым стоком. По мере нарастания входного напряжения увеличивается напряжение на выводе S1. Когда оно достигнет определённого значения, МОП-транзистор в цепи вывода S1 закрывается, а транзистор в цепи вывода S2 открывается, и ток начинает протекать через последовательную цепь светодиодов D1 и D2. Дальнейшее увеличение входного напряжения приводит к закрыванию транзистора в цепи вывода S2 и открыванию транзистора в цепи вывода S3. В последнем случае ток течёт через цепь светодиодов D1+D2+D3. По мере уменьшения входного напряжения происходит обратный процесс (см. рис. 4).

По сравнению с предыдущим решением на базе ИС МСА1504, драйвер на основе АIC6621 имеет более ярко выраженные пульсации светового потока с удвоенной частотой сети благодаря тому, что в разные моменты времени светится разное количество светодиодов. Для человеческого глаза такие пульсации светового потока не заметны, однако они проявляются при видеосъёмке на цифровые камеры.

### Импульсные светодиодные драйверы

Типовая схема неизолированного светодиодного драйвера содержит фильтр радиопомех, схему управления со встроенным активным корректором мощности либо с внешним пассивным корректором мощности, блок ключа с интегрирующим элементом и – в некоторых случаях – цепь обратной связи для контроля выходного тока. В таких драйверах используются ИС типа HV9910B, МСА1602 и МСА1503.

Для питания светодиодов от сети переменного тока в этих драйверах чаще всего применяется топология понижающего преобразователя (см. рис. 5). Однако на базе этих же ИС возможно спроектировать как повышающий (см. рис. 6), так и понижающе-повышающий (см. рис. 7) преобразователь.

Независимо от отношения входного напряжения к выходному напряжению, то есть от типа преобразователя,

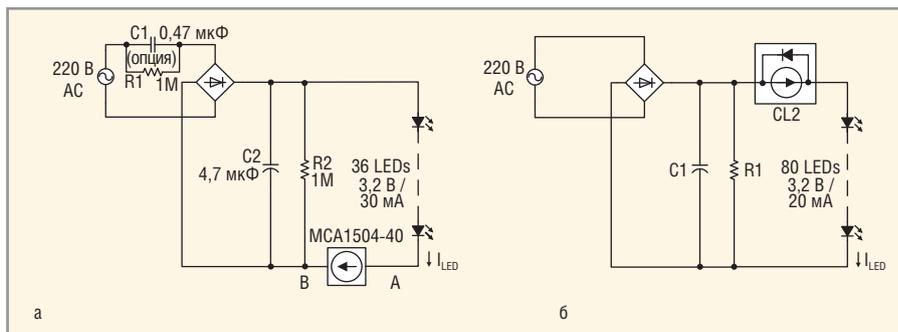


Рис. 2. Типовая схема линейных светодиодных драйверов на базе ИС: а – МСА1504; б – CL2

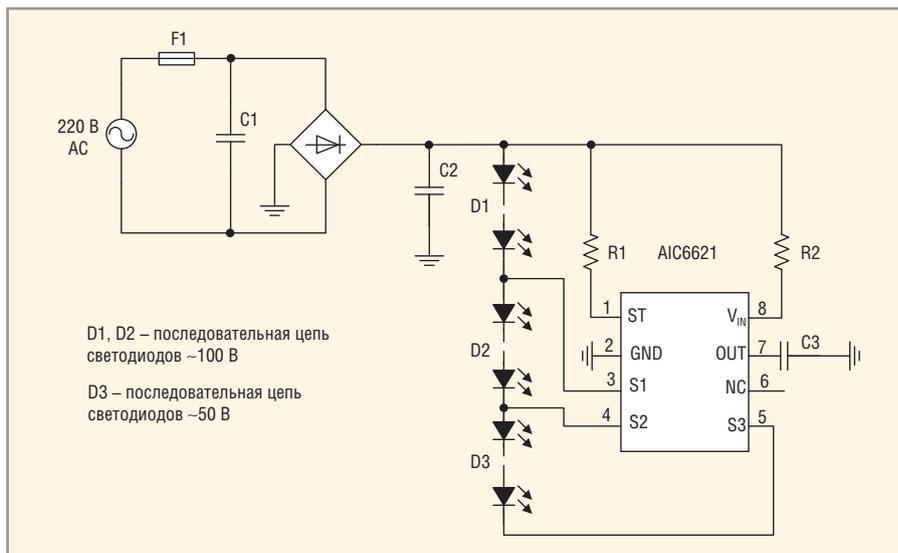


Рис. 3. Схема линейного светодиодного драйвера на ИС АIC6621

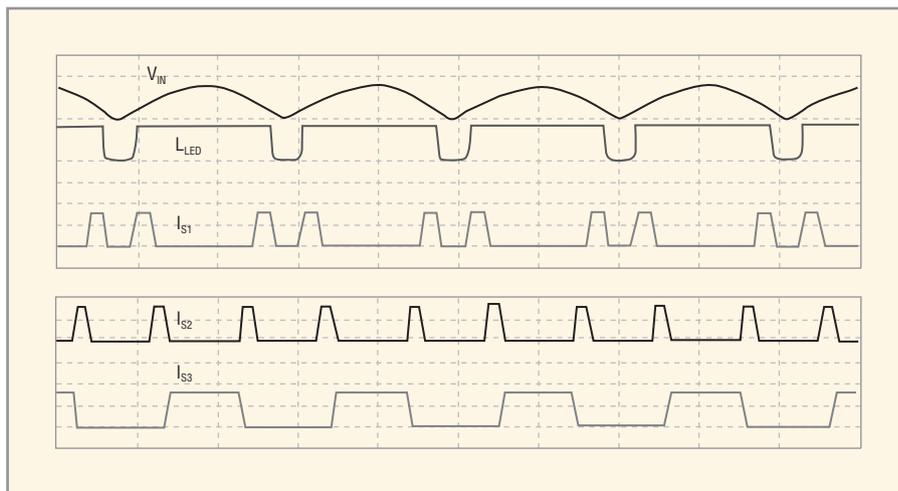


Рис. 4. Временные диаграммы работы схемы светодиодного драйвера на АIC6621:

$V_{IN}$  – входное напряжение;  $I_{LED}$  – ток через светодиоды;  $I_{S1,2,3}$  – ток через соответствующий вывод ИС

драйверы на базе микросхем HV9910, МСА1602 и МСА1503 работают по одному принципу. Полевой транзистор Q1 осуществляет высокочастотную коммутацию тока в ключевом режиме. Соответственно, работа преобразователя состоит из двух сменяющих друг друга фаз: периода накачки энергии, когда транзистор Q1 открыт, и периода разряда, когда транзистор закрыт. Фаза накачки энергии продолжается, пока ток в индуктивности не достигнет

порогового значения, определяемого резистором на входе CS-микросхемы. Фаза разряда происходит пока ключ разомкнут и ток через него не протекает. Известно, что ток, протекающий через индуктивность, не может измениться мгновенно. Поэтому, постоянно уменьшаясь, он протекает через нагрузку и замыкается через диод D1.

Отличительной особенностью ИС МСА1503 и МСА1602 [4] является то, что драйвер работает в критическом режи-

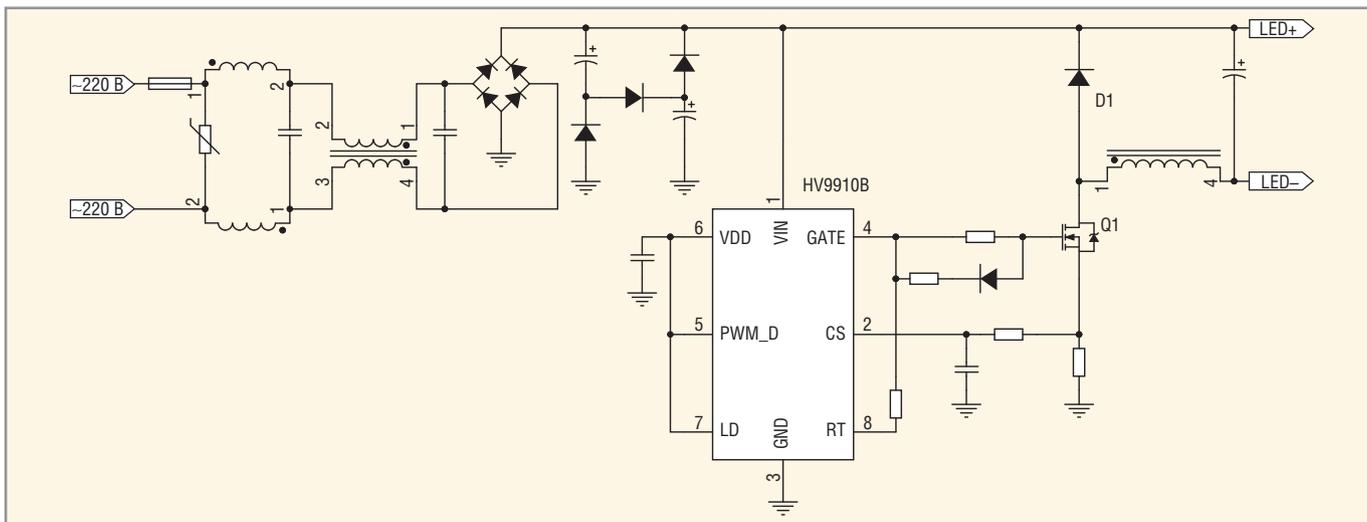


Рис. 5. Импульсный неизолированный понижающий светодиодный драйвер на ИС HV9910B

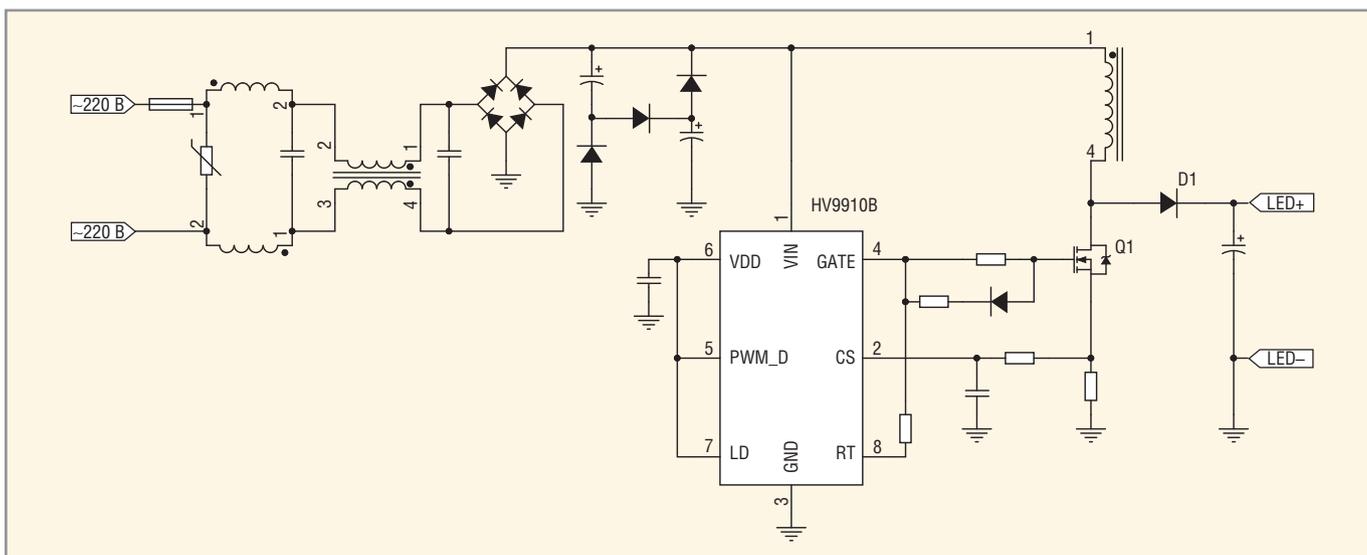


Рис. 6. Импульсный неизолированный повышающий светодиодный драйвер на ИС HV9910B

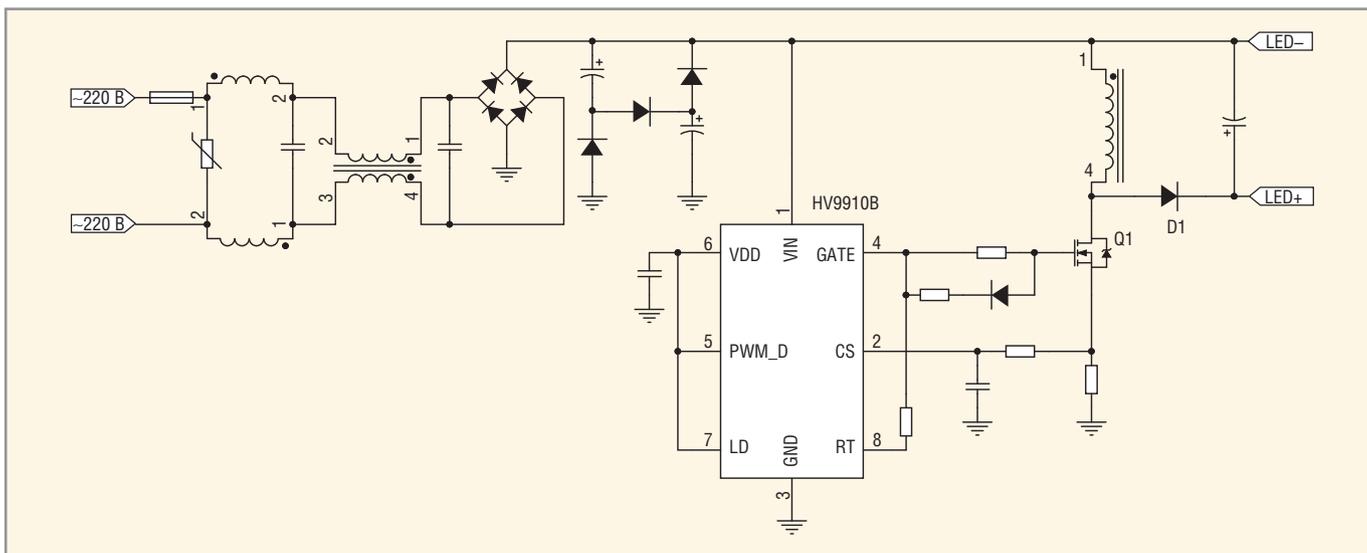


Рис. 7. Импульсный неизолированный понижающе-повышающий светодиодный драйвер на ИС HV9910B

ме тока через индуктивность, то есть в пограничном режиме между режимом прерывистого (снижение до нулевого уровня) и непрерывного тока через индуктивность. Здесь транзистор Q1

открывается в тот момент, когда ток в индуктивности (дросселе) и диоде D1 достигает нулевого значения, следовательно, в этом режиме отсутствуют потери на восстановление обратного

сопротивления диода D1 и на перезарядку ёмкости сток-исток транзистора Q1 во время резонанса с индуктивностью. Поэтому в светодиодных драйверах с данными микросхемами умень-

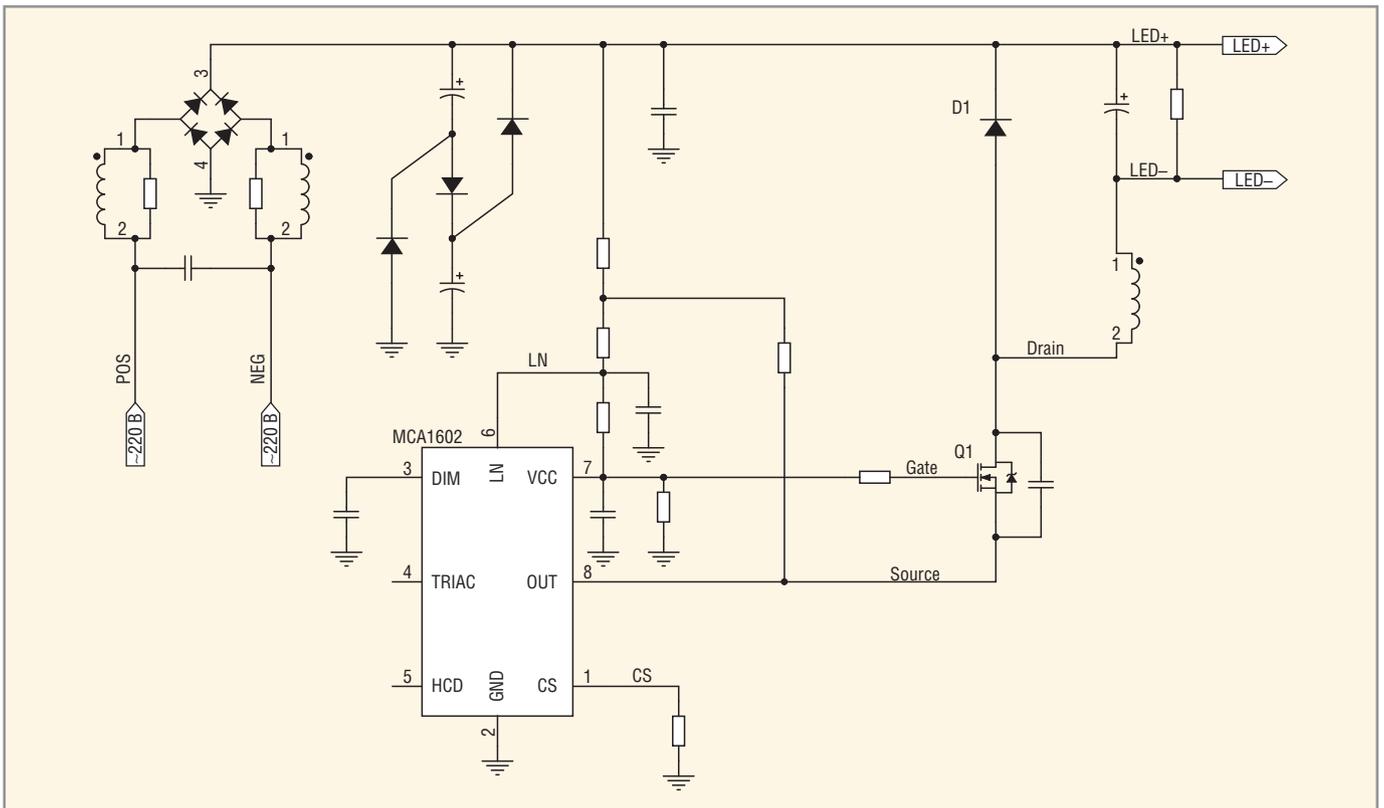


Рис. 8. Импульсный неизолированный понижающий светодиодный драйвер на базе ИС типа MCA1602

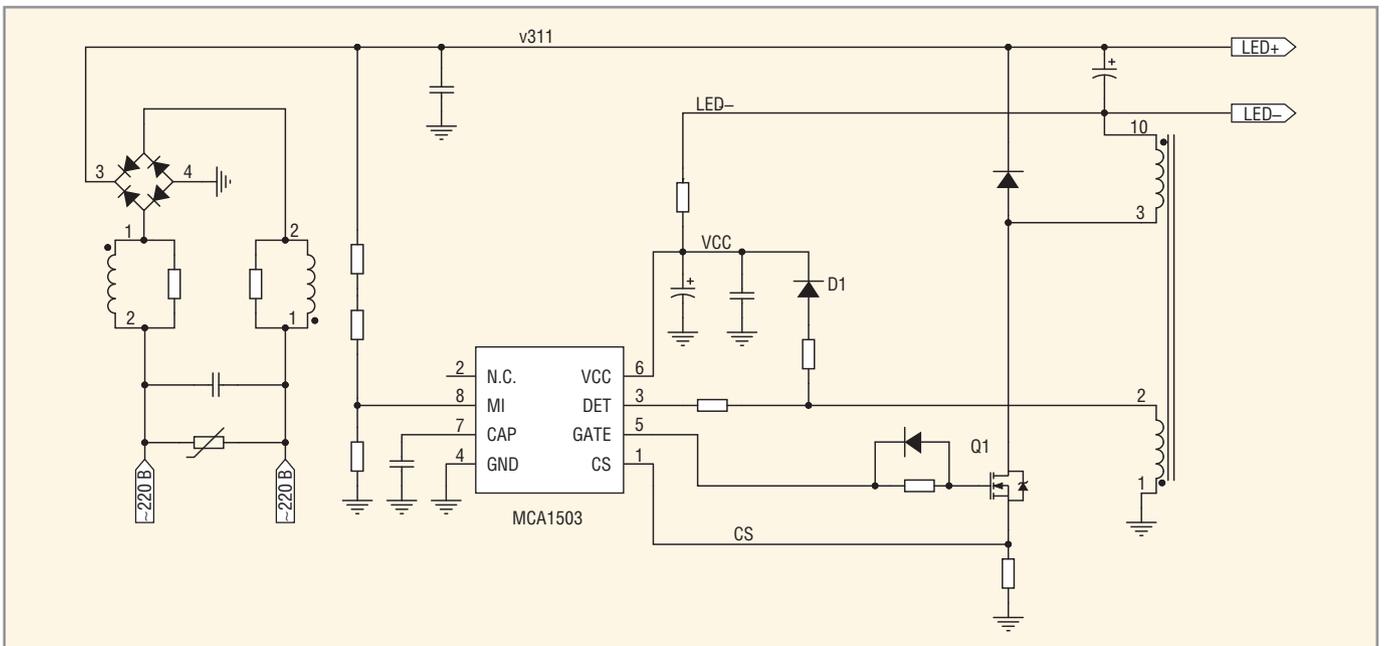


Рис. 9. Импульсный неизолированный понижающий светодиодный драйвер с активным корректором коэффициента мощности на базе ИС MCA1503

падают динамические потери в активных элементах.

Схема неизолированного понижающего светодиодного драйвера с пассивным корректором коэффициента мощности на базе ИС MCA1602 приведена на рисунке 8. Особенностью данной микросхемы является встроенная линейная компенсация выходного тока – чем больше разность напряжений между выводами LN и VCC, тем ниже значение пикового тока. За счёт

этого достигается точное (в пределах  $\pm 3\%$ ) поддержание тока через светодиоды. Также схема поддерживает возможность управления яркостью светодиодов линейным способом, а также с помощью ШИМ или тиристорного регулятора.

В драйверах на базе ИС HV9910 и MCA1602 используется пассивный корректор, который позволяет увеличить коэффициент мощности до 0,9. В микросхеме MCA1503 использует-

ся встроенный активный корректор мощности и пиковый детектор (вход MI), что позволяет повысить коэффициент мощности до 0,95...0,96. Типовая схема светодиодного драйвера на базе ИС MCA1503 приведена на рисунке 9.

Основные достоинства импульсных неизолированных светодиодных драйверов:

- высокий КПД – до 90...95%,
- малые габариты платы драйвера, позволяющие поместить её внутри

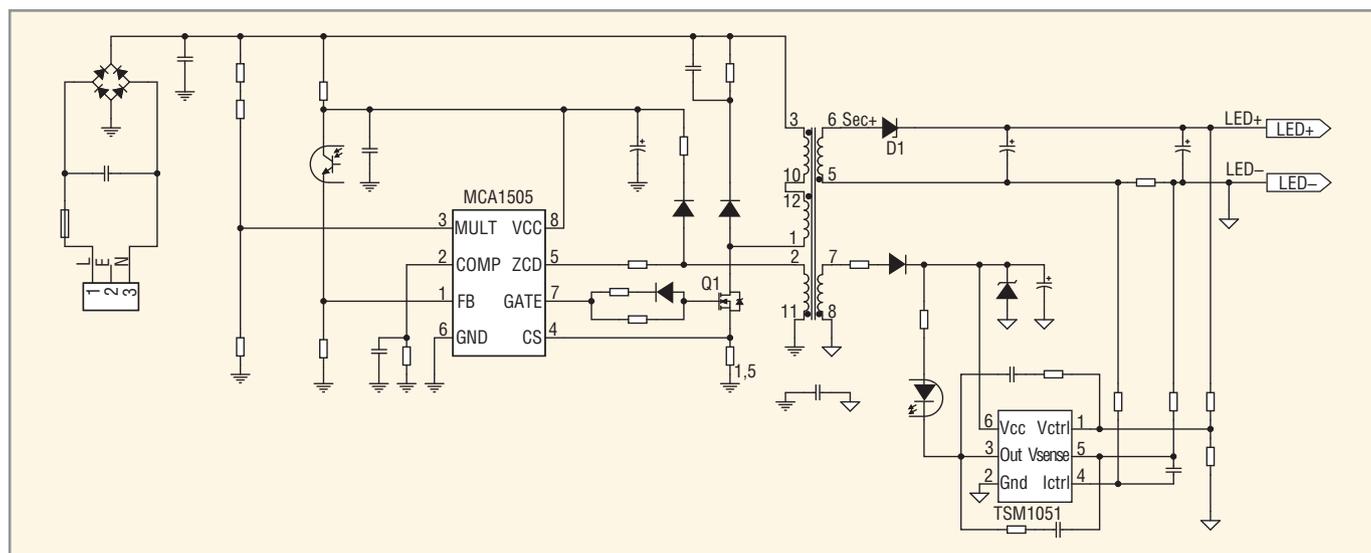


Рис. 10. Импульсный изолированный светодиодный драйвер с активным корректором мощности на базе ИС MCA1505

- цоколя поликарбонатной лампы формата E27, E14 или в торцевую часть лампы формата T8;
- широкий диапазон входных переменных напряжений 90...260 В;
- широкий диапазон выходных токов – от десятков до сотен миллиампер;
- возможность управления яркостью при наличии соответствующих входов;
- высокий коэффициент мощности (0,95...0,96) при наличии активного корректора коэффициента мощности в составе ИС.

Основным недостатком таких драйверов является генерация высокочастотных помех при работе. Для их снижения необходимо устанавливать индуктивные и ёмкостные фильтры на входе.

### Гальванически изолированные светодиодные драйверы

#### Обратноходовой преобразователь

Для достижения более высокого уровня электрической безопасности осветительных устройств применяются изолированные светодиодные драйверы. Такой драйвер может быть построен на ИС типа MCA1505/1501 [4] или AP3766 компании BCD. Микросхемы данного типа используются в сетевых светодиодных источниках света низкой и средней мощности. Они разработаны для управления обратноходовыми понижающими или повышающими преобразователями, работающими в режиме критической проводимости (Critical Conduction Mode). В этом режиме схема находится в автоколебательном режиме, включение

которого обеспечивается детектором нулевой энергии трансформатора (вывод ZCD), а выключение – компаратором (вывод CS), чувствительным к току. Микросхемы содержат усилитель ошибки обратной связи, источник опорного напряжения, таймер перезапуска, цепь защиты от перенапряжения и активный корректор коэффициента мощности.

Светодиодный драйвер на базе ИС MCA1505/1501 представляет собой обратноходовой преобразователь напряжения с активным корректором коэффициента мощности и цепью обратной связи через оптоэлектронную пару (см. рис. 10). Принцип работы изолированного преобразователя отличается тем, что во время фазы разряда накопленная в индуктивности энергия передаётся во вторичную цепь, где после выпрямления и сглаживания питает светодиоды. Использование обратной связи по току позволяет достичь очень точной его стабилизации (в пределах 1%), а обратная связь по напряжению позволяет реализовать защиту от обрыва в цепи светодиодов.

Основные достоинства импульсных изолированных светодиодных драйверов:

- широкий диапазон входных переменных напряжений 90...260 В;
- широкий диапазон выходных токов – от десятков до сотен миллиампер;
- точная стабилизация тока  $\pm(0,25...0,5\%)$ ;
- высокий коэффициент мощности 0,96...0,99.

Основные недостатки:

- более высокая стоимость по сравнению с неизолированными драйверами;

- большие габариты платы драйвера, не позволяющие использовать её в лампах с цоколем E27 и E14 (драйверы можно поместить под светодиодной платой в некоторых моделях ламп T8 и внутри светильников под платой со светодиодами);
- КПД составляет 80...86%, что ниже, чем у неизолированных драйверов.

#### Полумостовой резонансный преобразователь

Получение больших мощностей в светодиодных драйверах с обратноходовыми преобразователями ограничивается резким увеличением размеров пассивных компонентов, таких как трансформаторы и фильтры. Переход на более высокие частоты коммутации позволяет уменьшить габариты трансформаторов и фильтров, но вместе с ростом частоты возрастают и коммутационные потери.

Для уменьшения потерь на переключение и для обеспечения работы преобразователя на высокой частоте были разработаны резонансные методы переключения. Коммутационные транзисторы в таком преобразователе открываются и закрываются, когда напряжение на них равно нулю, то есть реализуется так называемое мягкое переключение. Это значительно снижает высокочастотные помехи и коммутационные потери.

Резонансные полумостовые преобразователи применяются в основном для питания светодиодных систем большой мощности (более 100 Вт). Примерами ИС для таких преобразователей являются микросхемы серии HiperLCS фирмы Power Integration [6],

NCL30051 фирмы ON Semiconductor, SSL4120T фирмы NXP Semiconductors, UCC25600 фирмы Texas Instruments, приборы серии FSFR фирмы Fairchild Semiconductors [7]. На рисунке 11 показана типовая схема подключения одной из микросхем серии HiperLCS.

Основные достоинства полумостовых резонансных драйверов:

- высокая эффективность – до 93%;
- малые габариты моточных изделий ввиду высокой частоты преобразования (от 100 кГц до 1 МГц);
- пониженный уровень ЭМИ за счёт «мягкого» переключения силовых транзисторов.

Основным недостатком полумостового резонансного преобразователя является значительное усложнение электрической схемы и платы драйвера из-за необходимости применения дополнительной ИС активного корректора мощности.

### ЛИТЕРАТУРА

1. *Chin S.* Boosting the current limit of current limiting diodes. [http://www.centralsemi.com/PDFs/products/Boosting\\_the\\_CLD.pdf](http://www.centralsemi.com/PDFs/products/Boosting_the_CLD.pdf).

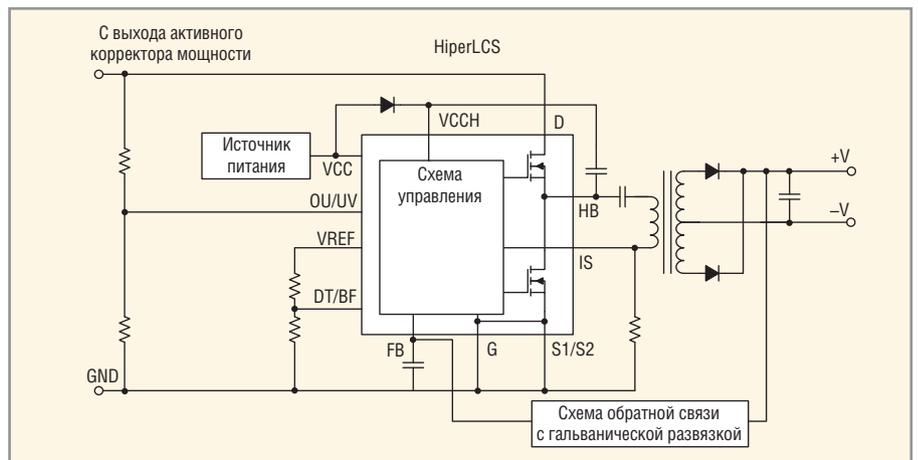


Рис. 11. Импульсный изолированный полумостовой резонансный (LLC) светодиодный драйвер на базе ИС серии HiperLCS

2. *Котов В.С.* Экономичный высоковольтный стабилизированный источник питания интегральных микросхем. Доклады БГУИР. № 56. Минск. 2011. С. 22–27.
3. *Рудаковский Д.* Регуляторы тока светодиодов «Микроника» серии MCA1504. Полупроводниковая светотехника. № 4. 2012.
4. *Лебедев В.* LED-драйверы и системы управления светодиодным освещением. Полупроводниковая светотехника. № 1. 2014. С. 14–17.

5. *Цевелюк Е.* Обзор LED-драйверов для светодиодных ламп широкого применения. Полупроводниковая светотехника. № 5. 2012. С. 8–11.
6. Application Note AN-55 HiperLCS Family. [www.powerint.com/sites/default/files/product-docs/an55.pdf](http://www.powerint.com/sites/default/files/product-docs/an55.pdf).
7. Half-Bridge LLC Resonant Converter Design Using FSFR-Series Fairchild Power Switch. [www.fairchildsemi.com/an/AN/AN-4151.pdf](http://www.fairchildsemi.com/an/AN/AN-4151.pdf).



## МИКРОСХЕМЫ ДЛЯ СВЕТОДИОДНЫХ ДРАЙВЕРОВ



MP4001 без гальванической развязки, внешний силовой ключ  
MP4034 для драйверов с гальванической развязкой, встроенный силовой ключ 700 В

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР КОМПАНИИ MPS



Активный компонент вашего бизнеса

ТЕЛ.: (495) 232-2522 / ФАКС: (495) 234-0640 / INFO@PROCHIP.RU / WWW.PROCHIP.RU



Реклама

# Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: флэш-память

Олег Вальпа (г. Миасс, Челябинская обл.)

В статье приводится описание организации флэш-памяти 32-разрядных ARM-микроконтроллеров серии STM32 компании STMicroelectronics. Рассмотрены её состав, архитектура и особенности использования, а также приведён пример программы, иллюстрирующий работу с флэш-памятью.

## ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на все преимущества микроконтроллеров серии STM32 [1], они всё же имеют определённый недостаток, который заключается в отсутствии электрически перепрограммируемой постоянной памяти EEPROM. Многие микроконтроллеры семейства AVR и PIC имеют такую память, и это позволяет без проблем решать некоторые задачи, связанные с оперативным изменением и долговременным хранением данных. К сожалению, в микроконтроллерах серии STM32 такой памяти нет. Но выход всё же существует. Например, можно подключить внешнюю память EEPROM через последовательный интерфейс I<sup>2</sup>C или SPI. Если же не хочется подключать дополнительную внешнюю микросхему, то в качестве энергонезависимой памяти в STM32 можно использовать энергонезависимые ячейки памяти ВКР [2] или часть флэш-памяти, которая предназначена для

хранения программ. Правда, запись в такую память со стороны процессора требует соблюдения определённых процедур. Тем не менее, это лучше, чем ничего.

Использование энергонезависимых ячеек памяти ВКР возможно лишь при наличии внешней батареи питания. Кроме того, количество таких ячеек невелико, поэтому предпочтительнее вариант использования некоторой части флэш-памяти.

Поскольку STM32 имеет большой объём флэш-памяти, частичное её использование для хранения энергонезависимых данных не причинит больших неудобств. Необходимо ещё учесть, что количество циклов перезаписи для флэш-памяти ограничено 10 000 циклов, в отличие от 100 000 циклов обычной EEPROM памяти. Однако 10 000 циклов тоже немало, а если выделить для энергонезависимых данных несколько областей флэш-памяти и производить поочерёдное их

использование, то количество циклов можно многократно увеличить.

## ОРГАНИЗАЦИЯ ФЛЭШ-ПАМЯТИ

Флэш-память состоит из главной памяти (Main Memory), информационного блока (Information Block) и блока регистров интерфейса с флэш-памятью (Flash Memory Interface Registers).

Для записи данных во флэш-память STM32 используется блок FPFC (Flash Program and Erase Controller), то есть контроллер записи и стирания флэш-памяти.

Интерфейс с флэш-памятью обладает следующими особенностями:

- интерфейс чтения с буфером предварительной выборки (два слова по 64 бита);
- опционный байтовый загрузчик;
- операции программирования и стирания флэш-памяти;
- защита от записи и чтения.

В таблице 1 представлена адресная организация флэш-памяти младшего семейства микроконтроллеров серии STM32.

Первый блок представляет собой основную память, в которую записывается программа и другие данные. Блок основной памяти поделён на страницы объёмом несколько килобайт.

Информационный блок содержит в себе два раздела: системную память и опционные байты. В системной памяти хранится загрузчик, который позволяет программировать контроллер через последовательный порт USART. Этот раздел памяти невозможно удалить или модифицировать. Раздел опционных байт хранит информацию о защите основной памяти. Он позволяет включить или отключить защиту от чтения и записи данных в основную флэш-память.

Прочитать программно 32-разрядные данные с именем переменной data из флэш-памяти можно при помощи следующей команды: data = (\*(\_IO uint32\_t\*) address).

Записать данные в основную область флэш-памяти можно только после предварительного стирания этой

Таблица 1. Адресная организация флэш-памяти младшего семейства STM32

Блок	Имя	Базовый адрес	Размер, байт
Основная память	Страница 0	0x08000000 - 0x080003FF	1 КБ
	Страница 1	0x08000400 - 0x080007FF	1 КБ
	Страница 2	0x08000800 - 0x08000BFF	1 КБ
	Страница 3	0x08000C00 - 0x08000FFF	1 КБ
	...	...	...
	Страница 31	0x08007C00 - 0x08007FFF	1 КБ
Информационный блок	Системная память	0x1FFF0000 - 0x1FFF07FF	2 КБ
	Опционные байты	0x1FFF8000 - 0x1FFF80FF	16
Регистры интерфейса с флэш-памятью	FLASH_ACR	0x40022000 - 0x40022003	4
	FLASH_KEYR	0x40022004 - 0x40022007	4
	FLASH_OPTKEYR	0x40022008 - 0x4002200B	4
	FLASH_SR	0x4002200C - 0x4002200F	4
	FLASH_CR	0x40022010 - 0x40022013	4
	FLASH_AR	0x40022014 - 0x40022017	4
	Резерв	0x40022018 - 0x4002201B	4
	FLASH_OBR	0x4002201C - 0x4002201F	4
FLASH_WRP	0x40022020 - 0x40022023	4	

области памяти. Кроме того, перед записью данных необходимо разрешить запись в специальном регистре блока FPFC.

Стирать флэш-память можно только кратко страницам, каждая из которых состоит из нескольких килобайт. При этом необходимо помнить, что во флэш-памяти записана и хранится программа микроконтроллера. Поэтому область для записи данных необходимо выбирать в свободном от кода программы пространстве флэш-памяти. Удобнее всего для этого использовать последние страницы памяти. Кроме того, необходимо регулярно следить, чтобы размер программы не перекрыл область пользовательских данных, учитывая размер страниц микроконтроллера.

Все разряды данных очищенной области флэш-памяти принимают единичное значение. По этому признаку можно определить очищена память или нет.

Запись в основную область флэш-памяти можно производить по любому адресу. Вначале записываются два младших байта слова, а затем два старших байта.

Перед стиранием или записью в память необходимо снять её блоки-

ровку, а после окончания процедуры стирания или записи установить блокировку. Для снятия блокировки флэш-памяти необходимо последовательно записать в регистр FLASH\_KEYR два числа: 0x45670123 и 0xCDEF89AB. Если записать в этот регистр другие данные, то блокировку невозможно будет снять до полной перезагрузки микроконтроллера.

### Регистры блока FPFC

Карта регистров блока контроллера записи и стирания флэш-памяти FPFC приведена в таблице 2. Рассмотрим состав и назначение регистров данного блока, принимающих участие в работе с флэш-памятью.

В регистре FLASH\_ACR используется лишь один третий разряд HLFCSYA, который разрешает половинные циклы обращения к флэш-памяти, то есть 16-разрядными данными. Остальные биты этого регистра зарезервированы.

Регистр FLASH\_KEYR используется для разблокировки флэш-памяти контроллера FPFC и обеспечивает сброс бита LOCK в регистре FLASH\_CR. Разблокировка производится последовательной записью в этот регистр двух ключей: KEY1=0x45670123 и KEY2=0xCDEF89AB.

После записи ключа KEY1, а затем ключа KEY2 в данный регистр, бит LOCK будет сброшен, блок FPFC разблокирован, а регистр FLASH\_CR станет доступным для записи.

После записи данных во флэш-память нужно программно установить бит LOCK. При необходимости снова записать данные, придётся опять выполнить процедуру разблокировки с помощью ключей KEY1 и KEY2.

В случае ошибки при записи ключей, блок FPFC заблокируется, и повторная запись верных ключей не сможет разблокировать его. В таком случае поможет только сброс микроконтроллера, после чего снова будет возможна процедура разблокировки блока FPFC.

Регистр FLASH\_OPTKEYR используется для получения доступа к установке и сбросу разрядов в блоке опционных байт, которые изначально доступны только для чтения. Для получения возможности изменения данных в области опционных байт необходимо записать в регистр FLASH\_OPTKEYR такую же последовательность ключей, что и для регистра FLASH\_KEYR. После записи правильных ключей в регистре FLASH\_CR будет установлен бит OPTWRE, который разрешает запись данных в область опционных байт флэш-памяти.

Таблица 2. Карта регистров блока FPFC

Сдвиг	Регистр	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0x000	FLASH_ACR	Резерв																									HLFCSYA	Резерв					
	Исх. значение																										0						
0x004	FLASH_KEYR	FKEYR[31:0]																															
	Исх. значение	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
0x008	FLASH_OPTKEYR	OPTKEYR[31:0]																															
	Исх. значение	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
0x00C	FLASH_SR	Резерв																									EOP	WRPRTERR	Резерв	PGERR	ERLYBSY	BSY	
	Исх. значение																										0	0		0	0	0	
0x010	FLASH_CR	Резерв														EOPIE	Резерв	ERRIE	OPTWRE	Резерв	LOCK	STRT	OPTER	OPTPG	Резерв	MER	PER	PG					
	Исх. значение															0		0	0		1	0	0	0		0	0	0					
0x014	FLASH_AR	FAR[31:0]																															
	Исх. значение	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
0x018		Резерв																															
0x01C	FLASH_OBR	Резерв					Data1					Data2					Не используется					nRST_STDBY	nRST_STOP	WDG_SW	ROPRT	OPTERR							
	Исх. значение						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0x020	FLASH_WRP	WRP[31:0]																															
	Исх. значение	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

**Листинг**

```

// Подключение библиотек
#include "stm32f10x.h"
#include "stm32f10x_gpio.h"
#include "stm32f10x_rcc.h"
// Объявление ключей разблокировки
#define FLASH_KEY1 ((uint32_t)0x45670123)
#define FLASH_KEY2 ((uint32_t)0xCDEF89AB)
// Объявление номера страницы
#define FLASH_PAGE ((uint8_t)0x7F)
// Функция анализа готовности флэш-памяти
uint8_t flash_ready(void)
{
    return !(FLASH->SR & FLASH_SR_BSY);
}
// Функция стирания страницы флэш-памяти,
// которой принадлежит определенный адрес
void flash_erase_page(uint32_t address)
{
    FLASH->CR|= FLASH_CR_PER;
    FLASH->AR = address;
    FLASH->CR|= FLASH_CR_STRT;
    while(!flash_ready()) {};
    FLASH->CR&= ~FLASH_CR_PER;
}
// Функция разблокировки флэш-памяти
void flash_unlock(void)
{
    FLASH->KEYR = FLASH_KEY1;
    FLASH->KEYR = FLASH_KEY2;
}
// Функция блокировки флэш-памяти
void flash_lock()
{
    FLASH->CR |= FLASH_CR_LOCK;
}
// Функция записи 32-разрядного слова во флэш-память
// по определенному адресу
void flash_write(uint32_t address, uint32_t data)
{
    FLASH->CR |= FLASH_CR_PG;
    while(!flash_ready()) {};
    *(__IO uint16_t*)address = (uint16_t)data;
    while(!flash_ready()) {};
    address+=2;
    data>>=16;
    *(__IO uint16_t*)address = (uint16_t)data;
    while(!flash_ready()) {};
    FLASH->CR &= ~(FLASH_CR_PG);
}
// Функция чтения флэш-памяти
uint32_t flash_read(uint32_t address)
{
    return *(__IO uint32_t*) address;
}
// Главный модуль программы
int main(void)
{
    uint32_t dwr=0x12345678; // Переменная для записи
    uint32_t drd=0x0; // Переменная для чтения
    // Стартовый адрес страницы
    uint32_t st_address = FLASH_BASE + FLASH_PAGE * 1024;
    flash_unlock(); // Разблокировать флэш-память
    flash_erase_page(st_address); // Стереть страницу
    flash_lock(); // Заблокировать флэш-память
    flash_unlock(); // Разблокировать флэш-память
    flash_write(st_address, dwr); // Записать данные
    flash_lock(); // Заблокировать флэш-память
    drd=flash_read(st_address); // Читать данные
    while(1)
    {
        // место для других команд
    }
}

```

Регистр FLASH\_SR содержит следующие специальные разряды:

- разряд 5 EOP (End of Operation) устанавливается аппаратно при успешном завершении операции записи или стирания флэш-памяти;
- разряд 4 WRPTERR (Write Protection Error) устанавливается при попытке программирования защищённой от записи области памяти;
- разряд 2 PGERR (Programming Error) устанавливается при программировании, если данные по заданному адресу отличны от значения 0xFFFF, то есть не стёрты перед программированием;
- разряд 0 BSY (Busy) устанавливается во время операций записи и стирания флэш-памяти. Он аппаратно сбрасывается по окончании операций записи или стирания, а также при возникновении ошибки во время этих операций.

Все эти разряды сбрасываются записью в них единичного значения.

Регистр FLASH\_CR имеет следующие разряды:

- разряд 12 EOPIE (End of Operation Interrupt Enable) разрешает генерацию прерывания после завершения операции записи или стирания данных во флэш-память;
- разряд 10 ERRIE (Error Interrupt Enable) разрешает генерацию прерывания при возникновении ошибок, то есть при установке бита PGERR или WRPTERR в регистре FLASH\_SR;
- разряд 9 OPTWRE (Option Bytes Write Enable) разрешает программирование опционных байт, устанавливается записью последовательности ключей в регистр FLASH\_OPTKEYR, а сбрасывается программно;
- разряд 7 LOCK блокирует запись и стирание флэш-памяти;
- разряд 6 STRT запускает процедуру стирания флэш-памяти;
- разряд 5 OPTER разрешает процедуру стирания опционных байт;
- разряд 4 OPTPG разрешает процедуру программирования опционных байт;
- разряд 2 MER (Mass Erase) разрешает процедуру полного стирания флэш-памяти;
- разряд 1 PER (Page Erase) разрешает процедуру стирания одной страницы флэш-памяти;
- разряд 0 PG (Programming) разрешает процедуру программирования флэш-памяти.

Регистр FLASH\_AR предназначен для задания адреса программируе-

мой флэш-памяти. В нём указывается адрес, по которому будут записаны данные при программировании. Для стирания определённой страницы флэш-памяти в этот регистр необходимо записать любой из адресов, входящих в эту страницу, причём не обязательно начальный.

Регистры FLASH\_OBR и FLASH\_WRPR в операциях записи и стирания не задействованы. Они предназначены для установки защиты от несанкционированного доступа к коду программы, а также для некоторых других настроек.

### ПРИМЕР ПРОГРАММЫ

Рассмотрим пример программы для стирания и программирования флэш-памяти непосредственно из работающего приложения, то есть в так называемом режиме IAP (In Application Programming).

Все процедуры стирания и записи флэш-памяти производятся с активным использованием рассмотренных выше регистров блока FPES.

В листинге приведена программа, которая содержит все необходимые функции для работы с флэш-памятью, а так же главный модуль, осуществляющий стирание страницы флэш-памяти и запись в неё произвольных данных. Программа снабжена подробными комментариями, которые поясняют выполняемые процедуры.

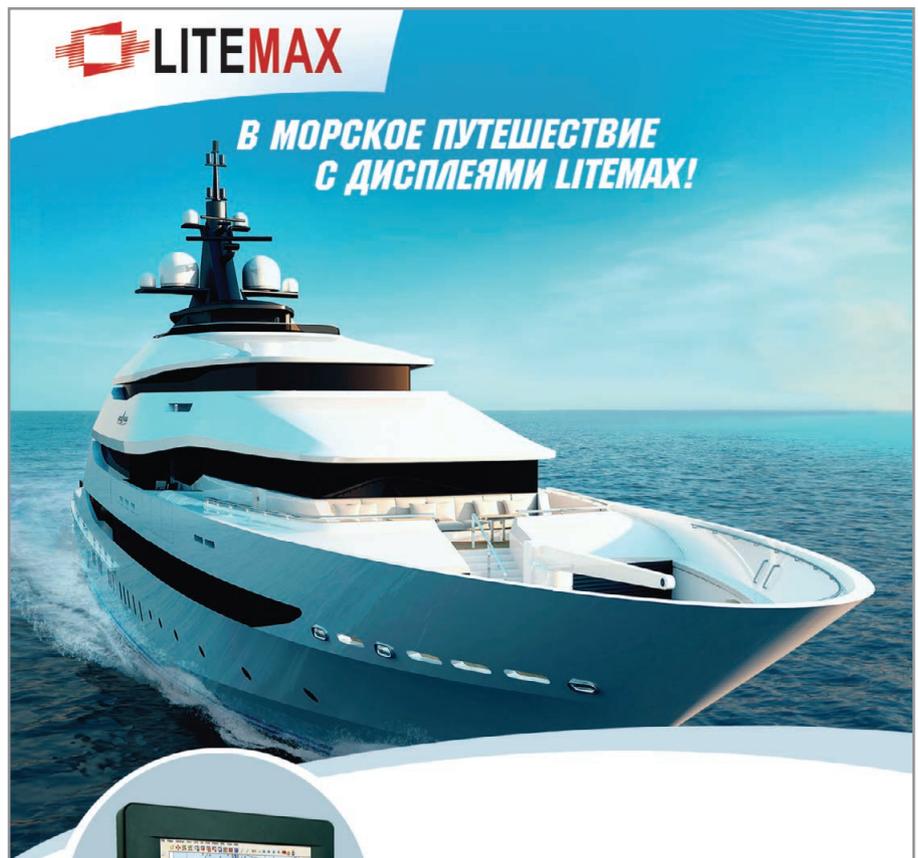
На основе примера из листинга можно создать библиотечную функцию, которая будет эмулировать память EEPROM и может применяться по мере необходимости в любых программах для микроконтроллеров серии STM32.

Следует помнить о том, что для стирания и записи данных во флэш-память требуется определённое время, поэтому во время выполнения таких операций реакция микроконтроллера будет замедленной.

В качестве тренировки можно развить данную программу, дополнив её возможностью обмена данными через последовательный порт USART, который позволит производить нужные операции с флэш-памятью в режиме диалога с оператором.

### ЛИТЕРАТУРА

1. www.st.com.
2. Вальна О. Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: блок резервных данных ВКР. Современная электроника. № 3. 2014.



8,4"



12,1"-19"



21,5"-24"

### 8,4"-24" ВЛАГОЗАЩИЩЁННЫЕ ЖК-ДИСПЛЕИ СЕРИИ NPD NAVPIXEL™ С ВЫСОКОЙ ЯРКОСТЬЮ

#### Основные характеристики

- Степень защиты корпуса IP65 (для модели NPD0835 IP68)
- Яркость свечения экрана 1000 кд/м<sup>2</sup>
- Светодиодная подсветка
- Поддержка ночного режима работы
- Резистивный сенсорный экран / антибликовое защитное стекло
- Регулировка яркости в широком диапазоне
- Обширный набор интерфейсов: 2×VGA, 2×DVI, 3×CVBS
- Поддержка функции picture-in-picture (модели NPD1744 и NPD1954)
- Питание от сети 9–36 В постоянного тока
- Узкая лицевая фальшпанель
- Устойчивость к воздействию ударов и вибраций
- Защитное покрытие печатных плат
- Широкий диапазон рабочих температур

#### Применения

- Аппаратура морской техники
- Промышленная автоматизация

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ LITEMAX

**PROSOFT**®

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640  
E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru



Реклама

## Новости мира News of the World Новости мира

### AMD и Synopsys расширяют IP-партнёрство

Компании AMD и Synopsys, Inc., мировой лидер в области программного обеспечения, интеллектуальных разработок и сервисов по усовершенствованию технологий микропроцессоров и электронных систем, объявили о заключении соглашения о многолетнем сотрудничестве.

Расширение партнёрства откроет AMD доступ к целому ряду интеллектуальных разработок Synopsys DesignWare®, в том числе к интерфейсу, компилятору памяти, библиотекам цифровых и аналоговых элементов на основе FinFET-транзисторов применительно к техпроцессам 16/14 нм и 10 нм.

Synopsys, в свою очередь, возьмёт в штат около 150 инженеров AMD с опытом работы в области НИОКР, а также приобретёт права на интерфейс и интеллектуальную собственность AMD.

Synopsys является признанным лидером в области разработки интеллектуальных технологий для микропроцессоров, который предлагает инженерам широкий спектр высококачественных инструментов для внедрения в SoC, а также обеспечивает профессиональную техническую поддержку.

За 45 лет AMD привнесла множество новшеств в производство процессоров, видеокарт и соответствующих однокристалльных систем. Процесс лицензирования проверенных, стандартизированных разработок Synopsys и предоставление этой компании собственного интерфейса и прав на интеллектуальную собственность позволяют AMD сконцентрировать свои ценные инженерные ресурсы на расширении продуктового портфолио и стратегии повторного использования, а также решить множество долгосрочных задач по оптимизации затрачиваемых ресурсов.

«Это сотрудничество полностью поддерживает стратегию нашей компании по разработке интеллектуальной собственности, в рамках которой команда наших инженеров фокусируется на создании инновационного 64-разрядного процессора, графики и объектов IP в области периферии» – прокомментировал Марк Папермастер (Mark Papermaster), старший вице-президент и технический директор AMD.

Согласно финансовому отчёту (non-GAAP) за 3-й квартал 2014 г. данное соглашение позволит AMD сэкономить от \$420 млн до \$450 млн.

[www.amd.com](http://www.amd.com)

### Samsung перенацелил Tizen на Интернет вещей

В 2015 году компания Samsung планирует значительно увеличить количество систем, работающих на операционной системе Tizen.

Компания будет устанавливать Tizen на «умные» устройства домашней электроники и LCD-телевизоры. Данный шаг поможет компании, развивая новую нишу Интернета вещей, одновременно нарастить рыночную долю для собственной ОС.

Официальный запуск ОС Tizen, разработанной на базе Linux для широкого спектра устройств, состоялся в сентябре 2011 года. Официальным разработчиком системы стал консорциум LiMo Foundation, который позднее был переименован в Tizen Association. На начальном этапе в ассоциацию вошли 12 компаний: Samsung, Intel, Huawei, Fujitsu, NEC, Panasonic, KT, Sprint, SK Telecom, Orange, NTT Docomo и Vodafone. Работу над проектом возглавили Samsung и Intel.

В мае 2012 года появилась версия Tizen 1.0 Larkspur. Рынок сразу воспринял её как нишевой продукт. Пристальный интерес к новой ОС проявила рабочая группа

Automotive Grade Linux, планировавшая создать на базе Tizen единую платформу, предназначенную для установки в автомобильных информационно-развлекательных системах. Проект поддержали известные производители: Jaguar Land Rover, Nissan, Toyota, Aisin, Denso, Fujitsu, Harman, Intel, NEC, Nvidia, Reaktor, Renesas, Samsung, Symbio, TI и Tieto.

Вскоре появилась версия Tizen 2.0 Magnolia. А уже через год на базе модернизированной версии 2.2 был выпущен первый Tizen-смартфон Samsung Z. В середине 2013 года Intel анонсировала Tizen 3.0. Компания шла в фарватере развития Android, и версия 3.0 предназначалась для оснащения ноутбуков, нетбуков и ультрабуков.

Несмотря на внимание к мобильному направлению, в 2014 году Samsung плавно сместила вектор приоритетного развития Tizen в сторону «умных» телевизоров и носимой электроники. В феврале были анонсированы два направления: Tizen Mobile и Tizen Wearable. Вскоре были показаны прототип «умного» телевизора Tizen TV и третье поколение «умных» часов Samsung Gear S, работающих на Tizen.

В настоящее время доминирующие позиции на мобильном рынке занимают iOS и Android, что серьёзно меняет приоритеты развития других производителей. Для Samsung пришло время пересмотреть стратегию развития. Около 500 инженеров её мобильного подразделения были переведены на работу в другие отделы, в частности, по производству принтеров и телевизоров. В компании это объяснили намерением усилить конкурентные ниши, связанные с развитием Интернета вещей и желанием добиваться синергии с платформой Tizen. Сегодня в штате компании Samsung работают более 40 тыс. инженеров, и этот шаг выглядит как разведка перед боем.

[www.pcweek.ru](http://www.pcweek.ru)

## КОМПАС ЭЛЕКТРО

научно-производственная компания

ООО «Компас Электро» - ваш надёжный партнер в сфере разработки и производства изделий



### Услуги

- Профессиональное изготовление нестандартных и специализированных жгутов проводов, в том числе с применением технологии автоматического оплетения медными и полиэфирными нитями
- Серийная поставка высококачественных жгутов типа usb, ethernet, hdmi и прочих
- Сборка электронных узлов и блоков

+7 (495) 240-89-75

125565, Москва, Ленинградское шоссе 92а

[www.kompasel.ru](http://www.kompasel.ru)

[info@kompasel.ru](mailto:info@kompasel.ru)

РЕГИСТРА



## WIND RIVER

- Операционная система реального времени VxWorks 653 для интегрированной модульной авионики, сертифицируемая по DOC-178B/C
- Средства разработки и конфигурирования, квалифицированные по DOC-178B/C и поддерживающие процессы DOC-279
- Готовые пакеты сертификационной и квалификационной документации

## БЕЗОПАСНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ — ОСНОВА МОДУЛЬНОЙ АВИОНИКИ

**LDRA**  
Software Technology

- Инструментарий трассировки требований, анализа и автоматизированного тестирования ПО авионики, квалифицированный по DOC-178B/C
- Полуавтоматическая генерация сертификационных документов
- Система поддержки сертификационного процесса DOC-178B/C и взаимодействия с аудитором

ПРЕМЬЕР-ПАРТНЕР КОМПАНИИ WIND RIVER И LDRA

**PROSOFT**<sup>®</sup>

**МОСКВА**  
**С.-ПЕТЕРБУРГ**

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • info@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru

# Место и роль датчика движения в системе тахографического контроля

Рашит Хафизов (Москва)

В статье дан краткий обзор эволюции схемотехнического исполнения датчиков движения автомобилей. Приведены общие требования к интеллектуальному (цифровому) датчику движения. Определено место и роль датчика движения в российской (гибридной: импульсный датчик движения, плюс цифровое бортовое устройство, плюс смарт-карты) системе тахографического контроля скоростных режимов транспортных средств.

«Тахограф – прибор для записи изменения скорости вращения вала в зависимости от времени.

Тахографы применяются при измерении, контроле и регистрации скорости вращения валов турбин, двигателей внутреннего сгорания, насосов, компрессоров».

Большая советская энциклопедия.

Чистяков Н.И. Электрические авиационные приборы. М. 1950 г.

## Введение

Расставив классификационные признаки тахографа, как контрольно-измерительного прибора, по их приоритету [1]: от признака «по роду измеряемой величины», до признака «по назначению», дадим следующее описание автомобильного тахографа. Автомобильный тахограф – это бортовая контрольная система, обеспечивающая определение и регистрацию скоростных режимов движения транспортного средства на основе сигналов, пропорциональных изменению угловой скорости зубчатого ротора выходного вала коробки передач и, как след-

ствие, режимов труда и отдыха водителей.

В самом общем смысле, бортовая контрольная система автомобильного тахографа включает:

- бортовое устройство, осуществляющее обработку и регистрацию информации о скорости движения автотранспортного средства,
- чувствительный элемент (датчик движения), вырабатывающий сигналы, пропорциональные изменению угловой скорости зубчатого ротора выходного вала коробки передач,
- соединительный кабель, обеспечивающий информационное взаимодей-

действие между датчиком движения и бортовым устройством.

## Единая локальная среда компонентов тахографа

Как следует из сформулированного определения, чувствительный элемент (далее будем его называть датчиком движения) является неотъемлемой составляющей автомобильного тахографа и в условной последовательности перечисления составляющих тахографа (по сложности их схемотехнического исполнения) стоит на втором, после бортового устройства, месте. Однако с точки зрения последовательности обработки информации и принципов построения контрольно-измерительной аппаратуры, на первое место встанет именно датчик движения, вырабатывающий сигналы, пропорциональные изменению угловой скорости зубчатого ротора выходного вала коробки передач, а бортовое устройство окажется на последнем, третьем месте. Фактически датчик движения, являясь неотъемлемой составной частью тахографа, становится его базовым элементом (см. рис. 1).

Базовая компоновка автомобильного тахографа (см. рис. 1), как бортовой контрольной системы, может дополняться (и, как мы увидим далее, дополняется) элементами, расширяющими основной функционал тахографа.

С целью обеспечения достоверности и некорректируемости измеряемых и регистрируемых данных о скорости движения транспортных средств, европейская система тахографического контроля [2] была поэтапно переведена с аналоговых тахографов на цифровые. При этом элементы тахографа (в первую очередь датчик движения и бортовое устройство) были оснащены АЦП, блоками памяти и микроконтроллерами, обеспечивающими взаимную аутентификацию элементов. Кроме того, контрольная система была дополнена набором средств персонализации (микропроцессорными картами), без которых стало невозможно производить какие-либо

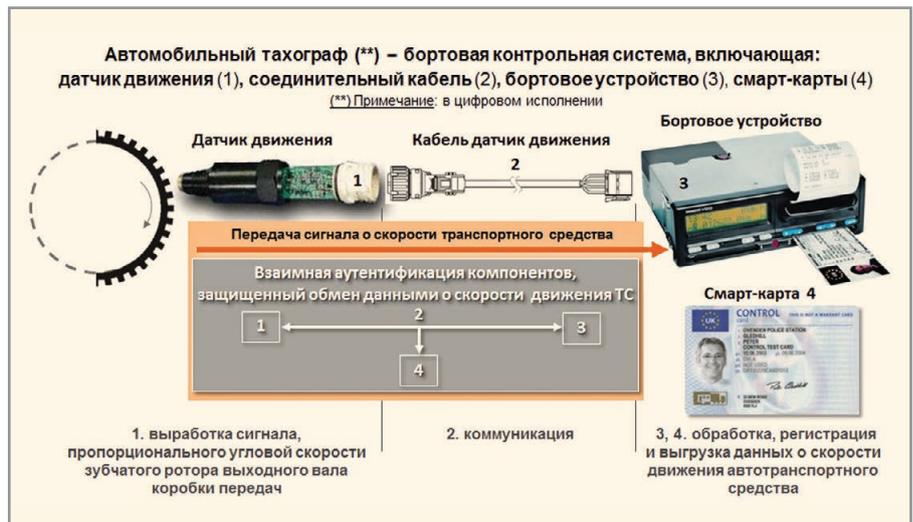


Рис. 1. Автомобильный тахограф (аналоговый): составные части, определение скорости движения транспортного средства

действия с системой. При этом список этих действий стал жёстко регламентирован, а их выполнение стало возможным исключительно после проведения успешной взаимной аутентификации всех компонентов тахографа с обязательной регистрацией персональных данных всех допущенных к выполнению лиц, даты и времени осуществляемых действий (см. рис. 2).

Техническими требованиями ЕСТР [2] определено, что рабочими режимами являются только те режимы, когда все компоненты цифрового тахографа (датчик движения, бортовое устройство, смарт-карта) объединены в единую, локальную, замкнутую, доверенную и, таким образом, защищённую программно-аппаратную среду. Другими словами, цифровой тахограф может находиться в одном из регламентированных рабочих режимов, к которым относятся:

- инсталляция и калибровка системы,
- выработка системой сигнала, пропорционального угловой скорости зубчатого ротора выходного вала коробки передач при движении и управлении транспортным средством,



**Рис. 2. Автомобильный тахограф (цифровой): составные части, определение скорости движения транспортного средства**

- обработка, регистрация и хранение данных о режимах движения транспортного средства,
- выгрузка данных об измеренных и зафиксированных параметрах (режимах) движения транспортного средства на внешние устройства (включая смарт-карту инспектора),

но только в том случае, если выполняются следующие требования:

- все компоненты цифрового тахографа подключены к бортовой сети электропитания,
- смарт-карта вставлена в слот бортового устройства,
- произведены все процедуры взаимной аутентификации компонентов,

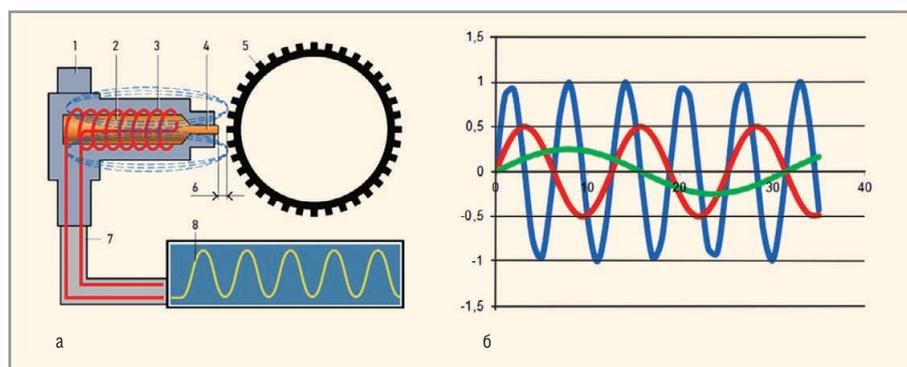
**МИЛАНДР**

...сохраняя достигнутое,  
 создавая настоящее,  
 приближая будущее...

[www.milandr.ru](http://www.milandr.ru)

Реклама

Разработка и производство интегральных микросхем



**Рис. 3. Схема пассивного датчика скорости:**

а – индуктивный датчик движения (скорости) автомобиля: 1 – корпус датчика скорости; 2 – постоянный магнит; 3 – катушка; 4 – железный сердечник (магнитопровод); 5 – зубчатый ротор; 6 – воздушный зазор; 7 – подключение к регистрационному модулю; 8 – сигнал датчика;

б – частотная и амплитудная зависимость выходного сигнала индуктивного датчика движения.

Проблема определения близкой к нулю скорости транспортного средства – амплитуда (и частота) выходного сигнала падает с уменьшением скорости автомобиля

- все компоненты подтвердили (путём успешного выполнения алгоритмов аутентификации с использованием ключевой информации, записанной в каждый из компонентов) свою принадлежность к системе,
- цифровой тахограф вывел на дисплей информацию о готовности системы к работе.

Необходимо отметить, что в течение всего времени работы осуществляется мониторинг информационного обмена между частями системы, что и позволяет выявлять и фиксировать все попытки незаконного вмешательства.

Следующим шагом в развитии функционала контрольной системы стало регламентирование в ЕСТР требования обязательного использования дополнительного сигнала, отображающего состояние (движение или остановку) транспортного средства. Это необходимо, например, когда автомобиль с работающим двигателем и вращающимися колёсами находится в состоянии юза на скользкой дороге. Очевидно, что в этой ситуации данные, поступающие от тахографического датчика движения, будут расходиться с реальными значениями скорости движения автомобиля. В качестве второго сигнала может быть выбран сигнал ABS, сигналы, поступающие либо от встроенного бортового акселерометра либо от антенны навигационного приёмника. Важно отметить, что введение второго информационного сигнала никоим образом не отменяет значимость цифрового датчика движения, как базового элемента единой, локальной, замкнутой, доверенной и, таким образом, защищённой среды информационного взаимодействия компонентов бортовой системы тахографического контроля. Более того, второй, дополнительный, сигнал, являясь аналоговым, не включается в качестве составного элемента в единую, локальную, замкнутую и защищённую программно-аппаратную среду информационного взаимодействия.

Исходя из вышесказанного, определим место и роль датчика движения в бортовой системе тахографического контроля.

**Место датчика движения.**

1. Датчик движения, независимо от аналогового или цифрового исполнения системы тахографического контроля, является её базовым элементом, без которого невозможно прямое (не относительное) определение скоростного режима транспортного средства с высокой точностью.
  2. Любое изменение «статусности» места датчика движения, занимаемого в системе, приводит к тому, что называть такую, видоизменённую, контрольную систему тахографической, будет, как минимум, некорректно.
- Роль датчика движения.**
1. Главная функциональная роль тахографического датчика движения автомобиля – преобразование угловой скорости вращающегося ферромагнитного зубчатого ротора в частоту электрических импульсов, по которой определяется линейная скорость транспортного средства.
  2. В цифровом исполнении датчик движения подтверждает свою принадлежность (аутентифицируется)

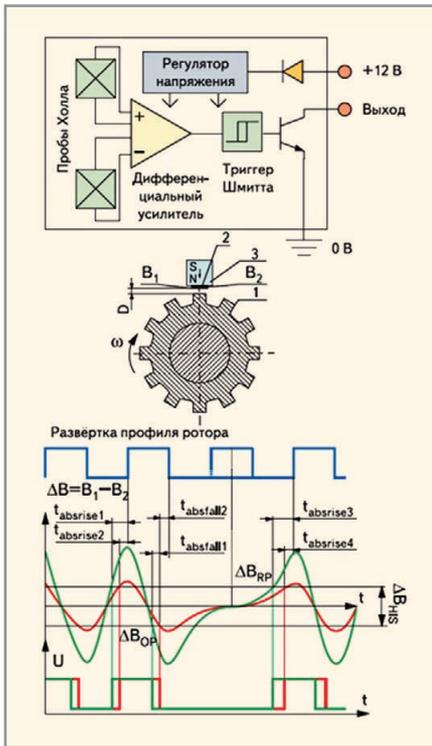
к системе тахографического контроля. За счёт этого обеспечивается защита информационного взаимодействия, исключается любая возможность нерегистрируемых фальсификаций, реализуются условия для достоверного и некорректируемого сбора данных о движении транспортного средства в течение всего жизненного цикла тахографической системы.

3. Любое пренебрежение к значимости роли датчика движения, как к аутентифицируемому элементу цифровой тахографической системы, приводит к тому, что считать такую систему обеспечивающей достоверный и некорректируемый сбор данных о движении транспортного средства, будет, как минимум, некорректно.

Конспективно рассмотрим эволюционное развитие тахографических датчиков скорости автомобиля (ДСА). Подробно она рассмотрена в цикле публикаций Светланы Сыроевой [3, 4].

Первые типы ДСА, конструкция которых была основана на использовании тросового привода механического спидометра или коробки передач со специальным ротором-целью, установленным на валу, постепенно и практически полностью были вытеснены бесконтактными датчиками, в которых полностью отсутствовала механическая связь между неподвижной электрической и движущейся механической частями. Как результат, была повышена надёжность и износоустойчивость датчиковой системы, сократилось число коммутируемых связей и существенно упростились процессы выработки и передачи информационного сигнала [5]. С переходом на использование в бесконтактных датчиках твёрдотельных магнитоуправляемых интегральных схем (ИС) была успешно решена задача определения «близкой к нулю» скорости транспортного средства, которая практически не решалась индуктивными датчиками, долгое время лидировавшими в автоэлектронике (см. рис. 3).

На рисунке 4 представлена блок-схема ДСА на базе дифференциальной ИС Холла, содержащей два интегрированных элемента Холла, физически разнесённых на определённое (зависит от геометрии зубцов ротора) расстояние, и обратносмещающего магнита [5].



**Рис. 4. Формирование сигнала ДСА, выполненного на основе дифференциальной ИС Холла:**

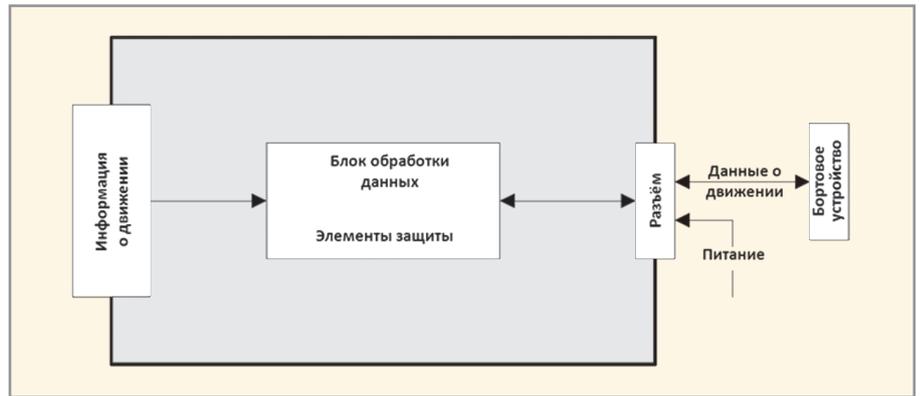
1 – зубчатый ферромагнитный ротор;  
2 – обратно смещающий магнит; 3 – ИС Холла;  
D – воздушный зазор

ДСА на магнитоуправляемых ИС Холла работают в широком диапазоне температур (-40...+150°C), устойчивы к загрязнениям и обеспечивают регистрацию угловой скорости зубчатого ферромагнитного ротора в широком диапазоне: от нуля до нескольких килогерц [3].

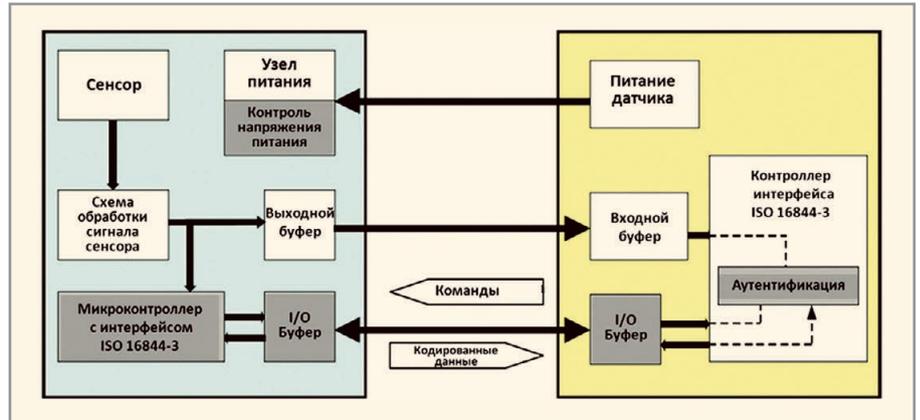
Хорошие результаты были получены при замене ИС Холла на магнито-резистивные тонкоплёночные датчики и на градиометры. Эти датчики также соответствуют всем эксплуатационным требованиям по определению скоростных режимов транспортных средств, но их применение сопряжено с использованием более дорогих материалов, а также с необходимостью изменения конструкции ротора. По этой причине именно датчики движения на магнитоуправляемых ИС Холла получили наиболее широкое распространение.

Перевод системы тахографического контроля (всех её элементов) от аналогового к цифровому исполнению предопределил необходимое дополнение функционала ДСА «интеллектуальными» свойствами.

Хорошо освоенная КМОП-технология позволяет интегрировать (да-



**Рис. 5. Блок-схема типичного интеллектуального (цифрового) датчика движения (ЕТР)**



**Рис. 6. Базовая архитектура функционального взаимодействия датчика скорости и бортового устройства**

же на основе не самых «экстремальных» топологических норм) на одном кристалле схемы обработки сигнала, динамические фильтры, микроконтроллер, реализующий алгоритмы информационной защиты, программируемую память и EEPROM. Интегральные схемы, изготовленные по КМОП технологии, выполняющие обработку сигнала, криптографический мониторинг передачи данных, размещённые в металлическом корпусе датчика движения вместе с магниточувствительной ИС, способны функционировать в широком температурном диапазоне, в жёстких условиях динамических механических напряжений, повышенной вибраций, влажности, загрязнённости и воздействия электромагнитных помех.

На рисунке 5 представлена блок-схема типичного интеллектуального (цифрового) датчика движения (скорости) автомобиля, приведённая в европейских нормативных документах [2].

Базовая архитектура взаимодействия датчика скорости и бортового устройства показана на рисунке 6, а структурная схема интеллектуального датчика – на рисунке 7.

В основе цифрового датчика движения лежит малопотребляющий высокотемпературный микроконтроллер, который отвечает за реализацию протокола интерфейса передачи данных согласно ISO 16844-3, в том числе аутентификацию и шифрование данных по алгоритму TripleDES.

Основные требования к микроконтроллеру:

- высокопроизводительное (не менее 8 разрядов) микропроцессорное ядро с тактовой частотой не менее 10 МГц;
- встроенный стабильный тактовый генератор;
- объём внутреннего перепрограммируемого ПЗУ не менее 8 Кбайт;
- объём внутреннего ОЗУ не менее 1 Кбайт;
- набор многофункциональных таймер-счётчиков;
- универсальный асинхронный приёмопередатчик (UART);
- АЦП последовательного приближения (не менее 10 разрядов), со встроенными источником опорного напряжения и термодатчиком;
- набор универсальных портов ввода/вывода.

В качестве магнитоэлектрического датчика используется интегральная

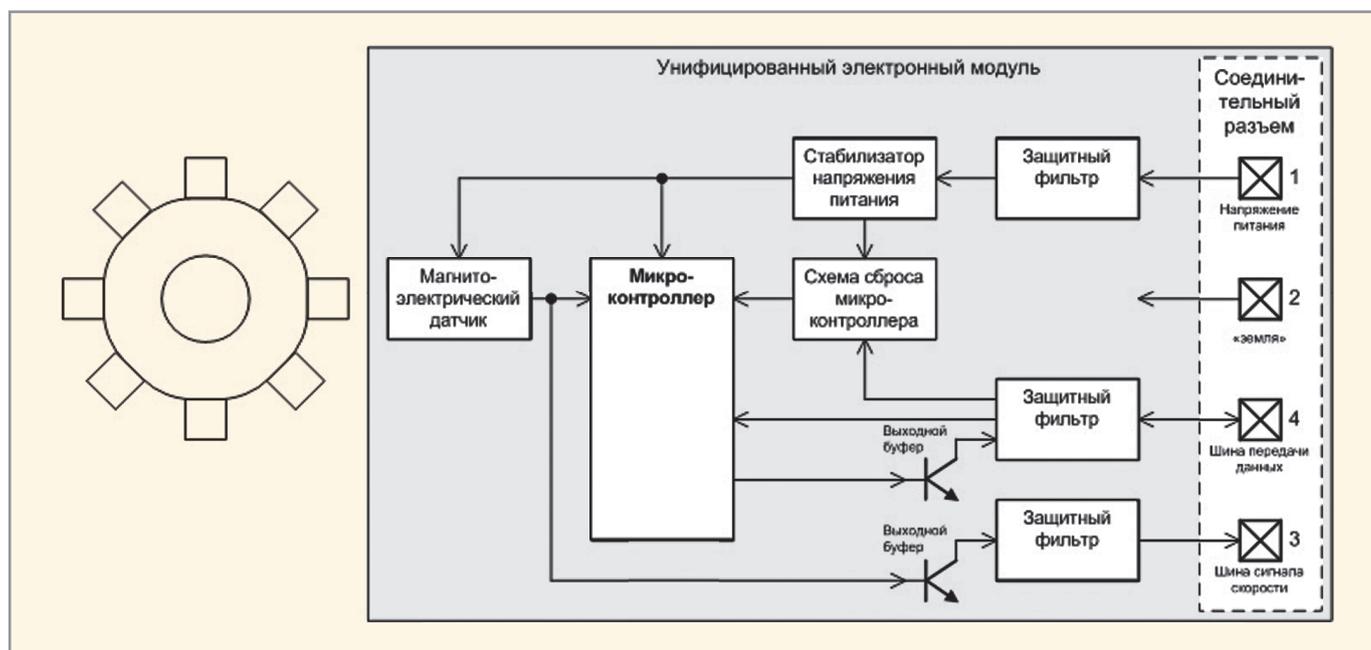


Рис. 7. Электрическая структурная схема интеллектуального (цифрового) датчика движения (скорости) автомобиля

микросхема с чувствительным элементом Холла.

Входные фильтры обеспечивают защиту внутренних цепей схемы от электрических помех, ошибок подключения внешних линий, а также согласуют уровни электрических сигналов.

Выходные буферы формируют требуемые значения уровней выходных электрических сигналов.

Сформулируем основную цель информационной защиты системы цифрового тахографа.

Данные, необходимые и запрашиваемые уполномоченным контролирующим органам для проверки, должны быть всегда в наличии и обеспечивать достоверный и некорректируемый учёт деятельности контролируемых водителей и эксплуатации контролируемых транспортных средств в части продолжительности управления, скоростного режима транспортного средства, периодов работы, готовности и отдыха контролируемых водителей.

В режиме функционального взаимодействия цифрового датчика движения с бортовым устройством цель защиты датчика достигается за счёт:

1. Обеспечения защиты доступа. Датчик движения должен контролировать доступ подключённых к нему устройств к функциям и данным.
2. Контроля несанкционированного воздействия. Датчик движения должен обеспечивать контроль за попытками нарушения его защиты и отслеживать их связь с соответствующими устройствами.

3. Аутентификации. Датчик движения должен производить аутентификацию подключённых к нему устройств.

4. Обработки данных. Датчик движения должен обеспечивать точность обработки поступающей информации, на основании которой рассчитываются данные о движении.

5. Надёжности функционирования.

6. Защищённого обмена данными. Датчик движения должен обеспечивать защиту данных, которыми он обменивается с бортовым устройством.

В принципе, на этом можно было бы и завершить описание роли и места датчика движения в системе тахографического контроля, а также целей, которые достигаются «статусностью» места и «значимостью» роли цифрового датчика движения в системе тахографического контроля. Однако, в контексте всего вышесказанного, невозможно обойти стороной специфику российской системы тахографии, которая в настоящее время разворачивается на территории России.

### Особенности российской тахографии

Описание специфических особенностей российской системы тахографического контроля будем проводить, используя исключительно положения Приказа Минтранса РФ от 13 февраля 2013 г. № 36 «Об утверждении требований к тахографам, устанавливаемым на транспортные средства, ...», который с изменениями, внесёнными

Приказом Минтранса РФ от 17 декабря 2013 г. № 470 [7], был зарегистрирован в Минюсте РФ 24 февраля 2014 г. (регистрационный № 31406). Начиная с 1 апреля 2014 года, поэтапно, с использованием тахографов, соответствующих техническим требованиям именно этого Приказа, стартовало развёртывание системы тахографического контроля на автомобильном транспорте, выполняющем междугородные перевозки грузов и пассажиров по дорогам Российской Федерации.

Воспользуемся прежней схемой изложения: место, роль, достигаемые цели.

### Место датчика движения в российской системе тахографического контроля

Приложением № 1 Приказа Минтранса России № 36, формулирующего требования к тахографам, устанавливаемым на транспортные средства (пункт 2 раздела I. «Общие положения») определено, что в состав тахографа входят:

- бортовое устройство,
- следующие внешние компоненты:
  - карты тахографа (далее – карты);
  - датчик движения;
  - антенна для приёма сигналов глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS (далее – ГНСС);
  - антенна для приёма и передачи сигналов GSM/GPRS (в случае включения в состав бортового устройства связного модуля);
  - комплект монтажных частей для соединения компонентов тахографа

фа и их установки на транспортном средстве.

То есть место датчика движения в составе компонентов, входящих в тахограф, сформулировано.

**Роль датчика движения в российской системе тахографического контроля**

Если говорить о тахографической составляющей российской системы навигационно-тахографического контроля, в том виде, в котором она была разработана (на этапах формирования технической концепции) и разворачивается в настоящее время на практике, то её следует назвать гибридной. Действительно, как следует из Приказа № 36, в российской системе достаточно использовать импульсный (не цифровой) датчик движения, который не участвует в процессах взаимной аутентификации компонентов тахографа. То есть, с одной стороны, мы имеем импульсный, неаутентифицируемый, датчик движения, который, как было показано выше, является элементом аналогового тахографа, а с другой – аутентифицируемые цифровое бортовое устройство и смарт-карту, которые являются элементами цифрового тахографа. Как следствие, тахографическая составляющая российской системы навигационно-тахографического контроля является гибридной. Думаю, что даже неискушённый читатель даст правильный ответ на вопрос: «А является ли это достоинством системы или её недостатком?» Если читатель ответит, что это – «шаг назад», то возникает следующий, вытекающий из первого, вопрос: «А как же можно было допустить к внедрению систему в её «усечённом» виде (с уменьшенным числом аутентифицируемых элементов)?» Оказывается можно, если декларировать, что этот «шаг назад» будет сделан с одновременно выполняемыми «двумя шагами вперёд». То есть, если будет предложено такое техническое решение, из которого следует, что:

а) роль датчика движения становится незначительной или «уходит на второй план», поэтому допустимо использовать его импульсное (неаутентифицируемое) исполнение («шаг назад»),

б) диагностику скоростных режимов транспортного средства следует производить, используя другой опорный источник информационного сигнала (первый «шаг вперёд»),

в) определить, что в «новом» техническом исполнении российская система контроля за соблюдением водителями режимов труда и отдыха будет дополнена новыми функциональными возможностями (второй «шаг вперёд»), то на фактическую гибридность российского тахографа можно не обращать внимания.

Рассмотрим, какое же «инновационное» техническое решение было предложено Приказом Минтранса России № 36, и действительно ли роль датчика движения в результате сместилась на «вторые» позиции. Как следует из этого Приказа, сигналы тахографического датчика движения и антенны приёмника глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС) директивным образом рокируются. Приложением № 1 Приказа Минтранса России № 36, подпунктом 1 пункта 9 раздела II «Функции тахографа и требования к его конструкции» определено, что «Тахограф в рабочем режиме:

- при наличии данных, получаемых от ГНСС, во всём диапазоне допустимых скоростей транспортного средства определяет скорость движения транспортного средства с погрешностью не более 0,5 километра в час при геометрическом факторе ухудшения точности по вектору положения <3>.

То есть тахограф в рабочем режиме в качестве опорного:

- а) принимает навигационный сигнал (о качественных параметрах навигационного сигнала речь пойдёт ниже) и
- б) вычисляет на его основе значение скорости транспортного средства.

Другими словами, автомобильный тахограф «чудесным образом», сохранив своё название, превращается в навигационный прибор.

Однако если внимательно проанализировать все основные положения Приказа, то становится понятно, что попытки вывести навигационный сигнал на первое место по отношению

к сигналу датчика движения никак нельзя назвать успешными. Вероятно, именно по этой причине контрольное автомобильное устройство и сохранило в Приказе своё правильное и гордое название «тахограф».

Достаточно обратить внимание на описание рабочего режима тахографа, данного в Приказе: «при наличии данных, получаемых от ГНСС... при геометрическом факторе ухудшения точности по вектору положения...». То есть Приказом подтверждается тот факт, что возможно возникновение реальных обстоятельств когда:

- сигнал глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС) может отсутствовать и
- геометрический фактор ухудшения точности по вектору положения, вычисляемый по сигналам ГНСС, может быть  $\geq 3$ , а, следовательно,
- погрешность определения скорости движения транспортного средства может быть  $> 0,5$  км/ч.

Как результат, Приложением № 1 Приказа Минтранса России № 36, подпунктом 3 пункта 9 раздела II «Функции тахографа и требования к его конструкции» определено, что: «Тахограф в рабочем режиме при отсутствии данных, получаемых от ГНСС, определяет значение скорости транспортного средства на основе импульсов, получаемых от датчика движения». То есть «значимость» датчика движения в условиях отсутствующего сигнала ГНСС подтверждается и в российской системе тахографического контроля.

Рассмотрим, как решается дилемма определения роли датчика движения при наличии сигнала ГНСС (который, как уже было сказано выше, настойчиво выводится на первое место).

Градации изменения фактора ухудшения точности (Dilution of Precision, DOP) навигационного сигнала от ГНСС представлена в таблице.

**Градации изменения фактора ухудшения точности**

Значение DOP	Точность	Описание
<1	Идеальная	Рекомендуется к использованию в системах, требующих максимально возможную точность во всё время их работы
2–3	Отличная	Достаточная точность для использования результатов измерений в достаточно чувствительной аппаратуре и программах
4–6	Хорошая	Рекомендуемый минимум для принятия решений по полученным результатам
7–8	Средняя	Результаты можно использовать в вычислениях, однако рекомендуется озаботиться повышением точности, например, выйти на более открытое место
9–20	Ниже среднего	Результаты могут использоваться только для грубого приближения местоположения
21–50	Плохая	Выходная точность ниже половины футбольного поля. Обычно такие результаты должны быть отброшены



Рис. 8. Линейная шкала изменения фактора ухудшения точности

Переведём данные таблицы в графическую форму (см. рис. 8).

Из приведённого линейного представления следует, что в интервале значений фактора ухудшения точности от 3 до >50 существуют диапазоны (от 6 до 50), в которых точность определения координат объекта будет недостаточной для достоверного определения его местоположения. В этих диапазонах определять скорость движущегося объекта по изменению его координат относительно спутников нельзя, так как погрешность определения скорости будет больше 0,5 км/ч.

В условиях объективной нестабильности навигационного поля ГНСС (зависит от рельефа местности, времени суток, изменяющегося при движении местоположения движущегося транспортного средства, метеорологических условий и других факторов) и возможного внешнего умышленного воздействия Приложением № 1 Приказа Минтранса России № 36, подпунктом 5 пункта 9 раздела II «Функции тахографа и требования к его конструкции» определено, что: «Тахограф в рабочем режиме при наличии данных, получаемых от ГНСС, осуществляет на их основе автоматическое уточнение коэффициентов соответствия между скоростью транспортного средства, пройденным им путём и количеством (частотой) импульсов, подаваемых датчиком движения».

Данное положение Приказа наглядно демонстрируется рисунком 9.

Как следует из этого рисунка, сигнал антенны ГНСС (GPS/ГЛОНАСС), следо-

вательно, и определяемая скорость движущегося объекта, являются функцией качества навигационной обстановки. В то время как данные, поступающие от датчика движения, никак не зависят от навигационного поля. Именно на основе сигнала, вырабатываемого датчиком движения, осуществляется вычисление корректирующих коэффициентов для сигнала антенны. Откорректированные и регистрируемые в бортовом устройстве данные, таким образом, могут считаться независимыми от характеристик навигационного поля ГНСС.

Разбор данного положения Приказа полностью реабилитирует базовую значимость датчика движения даже в тех случаях, когда бортовое устройство принимает и обрабатывает два сигнала (от антенны и от датчика). Опорным, обеспечивающим корректировку изменяющегося навигационного сигнала, является сигнал, вырабатываемый датчиком движения. Более того, даже в условиях «идеального» и «отличного» навигационного поля, можно утверждать, что бортовое устройство определяет значение скорости движущегося транспортного средства по сигналу датчика движения, поскольку сама возможность обработки навигационного сигнала «задаётся» коэффициентом соответствия, который равен единице.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

#### О целях

«Статусность» места и «значимость» роли датчика движения с некоторыми усилиями выявлена и в тахографической составляющей российской систе-

мы навигационно-тахографического контроля. Несколько слов о достигаемых и недостижимых целях. Основным назначением тахографической системы является регистрация скоростных режимов транспортного средства, и, как следствие, контроль за соблюдением водителями режимов труда и отдыха, и, наконец, снижение безопасности на российских дорогах. Очевидно, что любое техническое совершенствование или дополнение тахографической системы не должно приводить к тому, что достижение этой основной, сохраняющей жизни людей, цели либо будет затруднено, либо она будет достигаться не в полном объеме. Не должна подвергаться ревизии тахографическая составляющая и при интеграции тахографии с навигационным мониторингом за передвижением автомобильного транспорта и с системой ЭРА-ГЛОНАСС. Режим «неприкосновенности» должен быть соблюден хотя бы по той простой причине, что все перечисленные системы – абсолютно разные по своим назначениям (целям). Например, цели тахографии и системы ЭРА-ГЛОНАСС настолько разные, что их можно даже назвать взаимоисключающими. Тахография нацелена на снижение аварийности на дорогах, ЭРА-ГЛОНАСС – на оперативную регистрацию ДТП и оказание помощи. Можно представить, что в пределе, когда тахография снизит аварийность до нуля, надобность в системе ЭРА-ГЛОНАСС может отпасть (чего, к сожалению, по-видимому, никогда не случится). Однако реализуемая в российской системе интеграция навигационного мониторин-

га и тахографического контроля была выполнена под лозунгом: «Навигация решает всё (в том числе и тахографические задачи)!» Тахографическая составляющая была подвергнута серьёзной ревизии: тахографический сигнал был отодвинут на «второй» план, система приобрела гибридный вид. Как следствие, гибридная тахографическая составляющая системы потеряла одно из основных своих достоинств – потеряла информационную защищённость. Как результат, она не в состоянии обеспечить достижение своей главной цели в полном объёме. Как следствие, применение импульсного датчика движения, регламентированное Приказом, не может обеспечить замкнутости, локальности (в рамках каждого транспортного средства) тахографической составляющей российской навигационно-тахографической системы, в которой должна производиться взаимная аутентификация всех её компонентов и обеспечиваться достоверность и некорректируемость прямого определения скоростных режимов автомобиля. Почему российская тахография «пошла по своему пути» и можно ли ещё «вернуть» уже разворачиваемую в государственных масштабах систему на правильный путь (достаточно лишь «доукомплектовать» её цифровым датчиком движения), это вопросы, ответы на которые выходят за рамки настоящей статьи. Представленные в статье рассуждения преследовали одну цель – постановку этих вопросов. Поиск правильных ответов – предмет технических совещаний и решений отраслевых организаций и ведомств.

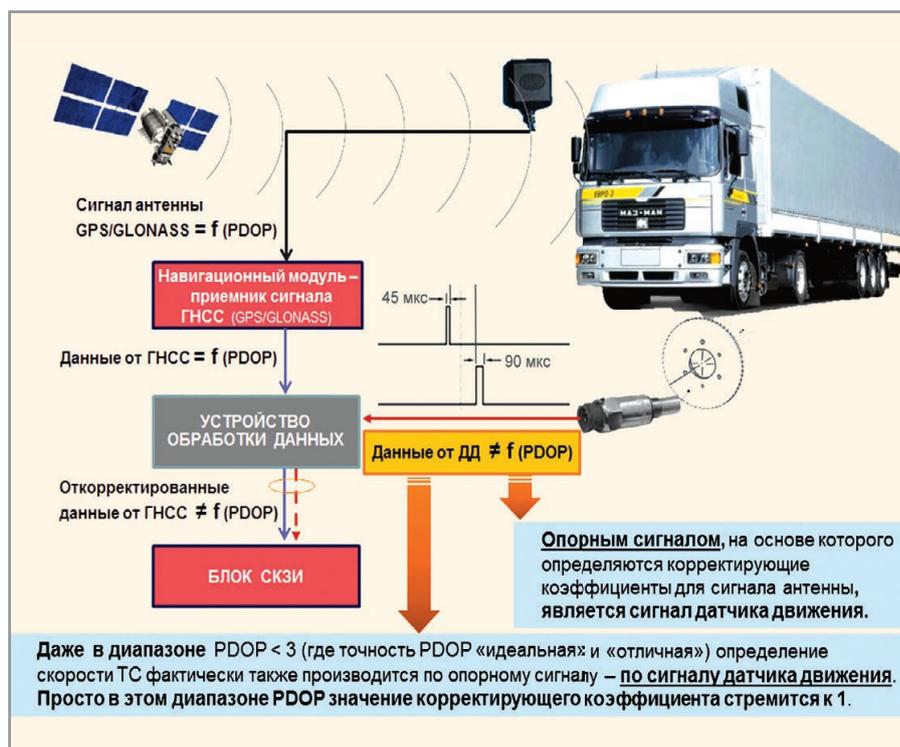


Рис. 9. Роль датчика движения – коррекция сигнала ГНСС

### ЛИТЕРАТУРА

1. Виды контрольно-измерительных приборов. [www.fazaa.ru/kipia/klassifikaciya-kontrolno-izmeritelnyx-priborov.html](http://www.fazaa.ru/kipia/klassifikaciya-kontrolno-izmeritelnyx-priborov.html).
2. Европейское соглашение, касающееся работы экипажей транспортных средств, производящих международные автомобильные перевозки (ЕСТР). [www.rosavtotransport.ru/netcat\\_files/66/37/2\\_1b\\_ectr\\_1.pdf](http://www.rosavtotransport.ru/netcat_files/66/37/2_1b_ectr_1.pdf).
3. Сысоева С. Датчик скорости автомобиля. Анализ конструкций и перспективы развития. Компоненты и технологии. № 7. 2004.
4. Сысоева С. Датчик скорости автомобиля. Анализ конструкций и перспективы

5. Сысоева С. Рекомендации производителям автомобильных цифровых датчиков скорости и положения. Компоненты и технологии. № 9. 2006.
6. Журнал «За рулём». [www.zr.ru/content/articles/556934-izuchajem\\_abs\\_poslednij\\_shans/](http://www.zr.ru/content/articles/556934-izuchajem_abs_poslednij_shans/).
7. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации (Минтранс России) от 17 декабря 2013 г. № 470. Москва «О внесении изменений в приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 13 февраля 2013 г. № 36». Российская газета. <http://www.rg.ru/2014/02/28/mintrans-dok.html>.



### Комментарий специалиста

Вопрос, поднятый в статье, достаточно важен, однако, на мой взгляд, автор допускает некоторые серьёзные методологические ошибки. Во-первых, выдвигание на первый план именно тахографической информации представляется ошибочным, так как при этом серьёзно искажается смысл создания отечественной тахографической системы. В отсутствие надёжной привязки данных о скоростном режиме к навигационным параметрам (которая требуется в приказе Минтранса) полезной информации крайне мало и она просто не соответствует возможностям системы в целом. Например, становится невозможной или крайне затруднённой фиксация нарушений ПДД, расписания движения, отклонений от маршрута следования и т.д. То есть решение именно тех задач, для которых и вводится в состав системы навигационная компонента. В результате возможности вычислительной части и памяти системы используются крайне неэффективно. Следует понимать, что при полном развёртывании отечественной навигационной системы «провалы» в качестве навигационного поля (в том числе и специально создаваемые) не могут быть достаточно длительными или большими по площади, вследствие чего неточно определяемые в этом случае параметры движения вполне могут быть скорректированы постфактум. Кроме того, для выяснения качества навигационного сигнала вовсе нет нужды в использовании стороннего датчика – они вычисляются исходя из характеристик принятого спутникового сигнала. В то же время собственно параметры движения (скорость и направление) вполне могут быть получены и помимо тахометрического датчика – за счёт использования автономных интегральных датчиков ускорения и магнитных полей. Следовательно, при условии верифицируемости только навигационного сигнала и защищённости доступа к вычислительно-запоминающему бортовому устройству вполне реализуема и задача обеспечения полноты и нефальсифицируемости всей запомненной информации, в том числе и собственно тахографической. Фальсификация же показаний тахометрического датчика движения при этом теряет смысл, как и требование использования защищённого интеллектуального датчика движения.

Эрмин Машурян

# Осциллографы серии InfiniiVision 4000X корпорации Agilent

Владимир Дьяконов (г. Смоленск)

Статья рассказывает о технических параметрах и особенностях применения новейших осциллографов корпорации Agilent.

Корпорация Agilent Technologies является крупнейшим разработчиком и производителем электронного измерительного оборудования и приборов, в частности, цифровых запоминающих осциллографов. 19 сентября 2013 года корпорация Agilent Technologies объявила о разделении на две независимые компании за счёт выделения подразделения электронных измерений в самостоятельную компанию. Новая компания – Keysight Technologies – с 1 августа 2014 года работает как дочернее предприятие Agilent. Окончательное разделение планируется завершить в ноябре 2014 года. Одним из последних достижений Agilent под старым именем стала разработка и поставка на рынок (в том числе российский) 16 моделей осциллографов серии 4000X с закрытой архитектурой, расширенными функциональными возможностями, умеренной полосой частот и привлекательной ценой. Эти приборы получили ряд международных наград, в том числе «Best Electronic Design» в 2012 году и «Best in Test» в 2013 году.

Осциллографы Agilent 4000X способны отображать до 1 млн осциллограмм в секунду, и оснащены ёмкостным сенсорным ЖК-дисплеем (см. рис. 1). Приборы этого класса облегчают поиск проблемных участков сигнала, позволяя обнаруживать редкие события и фиксировать их на экране одним движением пальца без настройки сложных условий запуска. Все модели серии 4000X имеют большой 12-дюймовый дисплей с разрешением 800 × 600 точек. Применение высокоскоростных 8-разрядных АЦП позволило довести частоту

дискретизации исследуемых сигналов при чередовании каналов до 5 Гвыб/с (без чередования – 2,5 Гвыб/с) и полосе частот исследуемых сигналов – до 1,5 ГГц. Габариты приборов составляют 454 × 275 × 156 мм, масса – 6,7 кг, потребляемая мощность – 120 Вт.

Новая серия является развитием бюджетных осциллографов класса X [3], но на более высоком уровне, и объединяет в одном корпусе современный запоминающий цифровой осциллограф реального времени, 16-разрядный анализатор логических устройств с параллельными шинами, анализатор протоколов последовательных шин (с декодированием по протоколам ARINC 429, CAN, FlexRay, I<sup>2</sup>C, I<sup>2</sup>S, LIN, MIL-STD-1553, SPI, UART/RS232, USB 2.0), цифровой вольтметр-частотомер и 2-канальный генератор стандартных и произвольных сигналов функций с цифровым синтезом формы [1]. Руководство пользователя на русском языке содержит 548 страниц [2].

В таблице приведена номенклатура цифровых запоминающих осциллографов DSO с 2 и 4 аналоговыми каналами и осциллографов смешанных сигналов MSO. Последние имеют дополнительно встроенный 16-канальный логический анализатор с частотой дискретизации 1,25 ГГц и рабочей частотой 200 МГц.

На все приборы даётся трёхлетняя гарантия с возможностью продления её до 5 лет. Младшие модели – это бюджетные приборы массового применения, старшие же представляют собой осциллографы премиум-класса, но по умеренной цене. Таким образом, пользователь имеет возможность выбрать



Рис. 1. Внешний вид осциллографа Agilent серии 4000X с сенсорным дисплеем

осциллограф, подходящий по полосе частот, числу каналов и стоимости. Все приборы, при необходимости, могут быть в процессе эксплуатации модернизированы до уровня старших моделей.

Осциллографы серии 4000X обладают следующими характеристиками:

- высокая частота дискретизации (у всех моделей);
- чувствительность по вертикали – от 1 мВ/дел. до 5 В/дел. при входе 1 МОм и до 1 В/дел. при входе 50 Ом (погрешность на постоянном токе составляет 2%);
- скорость развёртки – от 500 пс/дел. до 50 с/дел. (у старшей модели);
- скорость обновления сигналов на экране – до 1 млн осциллограмм в секунду;
- интеллектуальная быстрая память на основе технологии MegaZoom IV;
- сегментированная память объёмом 4 Мб (в стандартной комплектации);
- уникальная функция «запуск касанием» InfiniiScan Zone, специально разработанная для сенсорного управления;
- система помощи с большим набором тестовых примеров и возможностью их просмотра в автоматическом режиме.

На рисунке 2 показан вид передней панели осциллографа с указанием органов управления. Все поворотные ручки имеют переключатель, срабатывающий при нажатии на регулятор. При этом устанавливается соответствующий параметр по умолчанию или выводится меню на экран. Вид прибора сзади представлен на рисунке 3. На переднюю панель может быть уста-

## Номенклатура осциллографов InfiniiVision 4000X корпорации Agilent

Параметр	Показатель				
	200	350	500	1000	1500
2/16 каналов	MSO-X 4022A	MSO-X 4032A	MSO-X 4052A	–	–
2/16 каналов	MSO-X 4024A	MSO-X 4034A	MSO-X 4054A	MSO-X 4104A	MSO-X 4154A
2 канала	DSO-X 4022A	DSO-X 4032A	DSO-X 4052A	–	–
4 канала	DSO-X 4024A	DSO-X 4034A	DSO-X 4054A	DSO-X 4104A	DSO-X 4154A



Рис. 2. Назначение органов управления на передней панели осциллографа Agilent серии 4000X

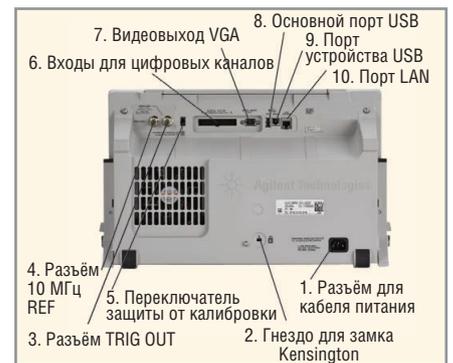


Рис. 3. Задняя панель осциллографа Agilent серии 4000X



Рис. 4. Подключение осциллографа к тестируемой печатной плате через пробник с зажимом FreeHand

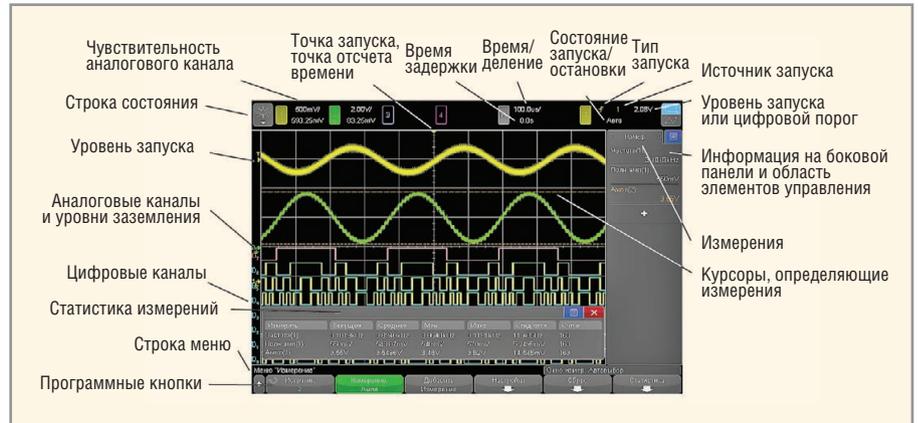


Рис. 5. Экран осциллографа при просмотре смешанных сигналов

новлена накладка с надписями на русском языке.

Включается и выключается осциллограф кнопкой 1 (см. рис. 2). Первое включение можно произвести, нажав кнопку 9 Default Setup (установки по умолчанию). Затем надо подключить пробники к аналоговым входам 17 и поочередно выполнить процедуру стандартной компенсации, используя сигнал Demo 1 с разъёма 18. Для обнаружения сигнала и автоматической установки масштаба следует нажать кнопку 10 Auto Scale (автомасштаб).

Для вызова справки и демонстрационной программы нужно нажать кнопку 15 Help (справка), скрытую между органами управления второго и третьего каналов. Справка выводит обширный текстовый материал, десятки видов тестовых сигналов и обеспечивает автоматический просмотр их выполнения.

Для тестирования прибора можно использовать встроенный 2-канальный цифровой генератор сигналов, каналы которого включаются кнопками Wave Gen 1 и Wave Gen 2. Внизу экрана выводится меню, с помощью которого можно установить форму и параметры импульсов. К выходам генераторов (разъёмы 21) подсоединяются пробни-

ки каналов 1 и 2 вертикального отклонения и наблюдаются сигналы генератора.

Со старшими моделями осциллографов поставляются стандартные пассивные пробники N2894A с коэффициентом деления 10:1, полосой частот 700 МГц, входным сопротивлением/ёмкостью 10 МОм / 9,5 пФ и длиной кабеля 1,3 м. Активные пробники с малой входной ёмкостью 1 пФ и входным сопротивлением 1 МОм (N2795/6/7A) выпускаются с полосой частот 1, 1,5 и 3 ГГц; дифференциальные пробники N2750 имеют полосу частот 1,5 ГГц и малую входную ёмкость/сопротивление (0,7 пФ / 200 кОм). Пробники имеют коэффициенты деления напряжения 2 и 10 и время нарастания 233 пс. Они легко подключаются к тестируемой печатной плате с помощью зажима для головки пробника типа FreeHand (см. рис. 4).

Большой размер и довольно высокое разрешение экрана позволяют просматривать различные осциллограммы аналоговых и цифровых сигналов и их увеличенные фрагменты, гистограммы, параметры, таблицы измерений и другие данные. На рисунке 5 показан экран осциллографа при просмотре смешанных сигналов. Несмотря на оби-

лие информации, она легко читается. Впрочем, не следует забывать, что, по мере увеличения числа просматриваемых осциллограмм, их размеры уменьшаются, а точность измерений падает.

Доступ к большинству режимов работы и возможностей осциллографа осуществляется из программного меню. Наиболее часто используемые меню показаны на рисунке 6. Выбор типа меню и его положение на экране осуществляется поворотом ручки выбора (в сером квадрате) и нажатием на неё, а также прикосновением пальца к позиции меню на экране.

Осциллографы InfiniiVision 4000X оснащены типовым набором курсорных измерений. В их числе – парные горизонтальные и вертикальные курсоры для измерения размаха и периода синусоидального сигнала от встроенного генератора (см. рис. 7). Для ввода курсоров следует нажать кнопку или поворотную ручку Cursors – область 12 на рисунке 2. При этом отображается простое меню, позволяющее выбрать требуемый тип курсора.

В приборах InfiniiVision 4000X предусмотрена регулировка яркости осциллограмм – поворотная ручка вывода и кнопка Inten (область 12 на рисунке 2). При нажатии на них появляет-

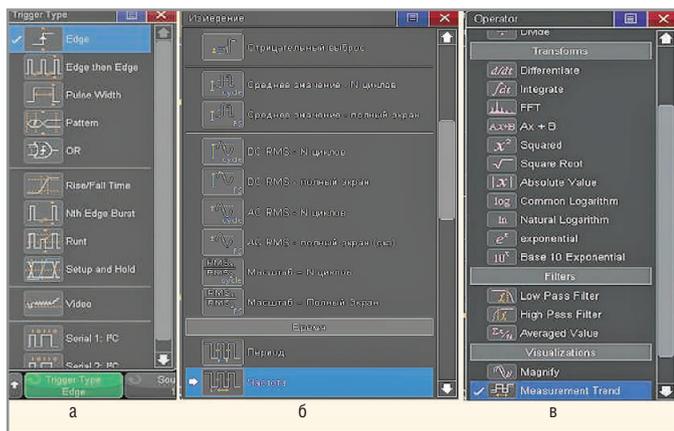


Рис. 6. Некоторые виды меню: а – запуска (триггера); б – автоматических измерений; в – математических операций

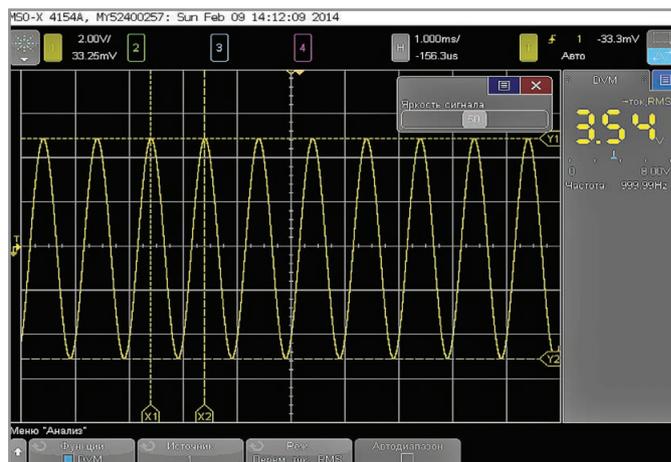


Рис. 7. Курсорные измерения синусоидального сигнала

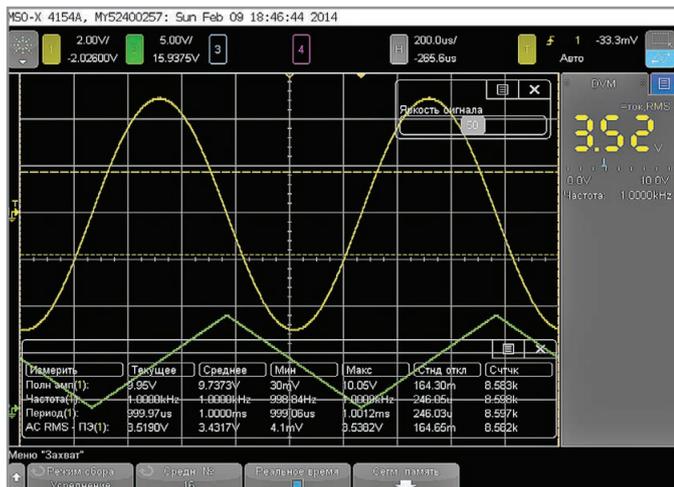


Рис. 8. Осциллограммы синусоидального и треугольного сигналов и таблица с результатами автоматических измерений



Рис. 9. Осциллограмма синусоидального сигнала с меняющейся от 0,1 до 3 ГГц частотой для аналогового канала № 4 с входом 50 Ом

ся панель регулировки яркости, показанная на рисунке 6. По умолчанию яркость составляет 50% от максимальной, но её можно плавно изменять поворотной ручкой ввода. Помимо установки оптимальной яркости, можно изменить чёткость осциллограмм, применяя режим повышенной разрешающей способности, программное увеличение разрядности, режим усреднения осциллограмм (2, 4, 8...65536 осциллограмм) и фильтры НЧ для ослабления шумов и высокочастотных помех. Однако все эти режимы уменьшают скорость построения осциллограмм, а фильтры сужают полосу пропускания.

Встроенный в осциллограф 3-разрядный вольтметр-частотомер служит для измерения постоянного и переменного (с.к.з.) напряжения, а также частоты. Его показания отображаются в специальном окне (см. рис. 6а). В ряде случаев, встроенный вольтметр-частотомер заменяет самый простой мультиметр. Для включения/выключения вольтметра-частотомера используется позиция «Функции DVM» кнопки Analyze.

Автоматические измерения вводятся нажатием кнопки Measure на передней панели и превращают осциллограф в многофункциональную измерительную лабораторию. В меню автоматических измерений (см. рис. 6б) необходимо указать, сигнал какого канала (или двух каналов при измерениях с двумя параметрами) используется, и выбрать тип измерения касанием соответствующего пункта меню.

На рисунке 8 показаны осциллограммы 1-кГц синусоидального и треугольного сигналов с выходов встроенных генераторов сигналов. Для удобства демонстрации был установлен режим сбора с усреднением по 16 осциллограммам, что позволило получить осциллограммы с отчётливо видимыми ступеньками квантования, и отображена таблица результатов автоматических измерений для первого канала осциллографа с выводом статистических данных. Таблицу можно сделать полупрозрачной, чтобы не загромождать экран осциллографа. При желании можно вывести на экран панель со все-

ми возможными для выбранных сигналов автоматическими измерениями.

Низкочастотные сигналы воспроизводятся практически без искажений (не считая мелких ступенек, см. рис. 8). Однако на высоких частотах искажения сигналов становятся более заметными вследствие спада АЧХ. Для входов 50 Ом это падение достигает 3 дБ относительно уровня на постоянном токе. Однако эта оценка довольно грубая и не учитывает возможность появления паразитных резонансных процессов за пределами полосы пропускания.

На рисунке 9 показана осциллограмма синусоидального сигнала от следящего генератора анализатора спектра с меняющейся от 0,1 МГц до 3 ГГц частотой для аналогового канала № 4 с входом 50 Ом. Хорошо видна неравномерность АЧХ, в частности, резонансный пик на частоте около 2,6 ГГц. Наличие такого пика означает появление выброса на переходной характеристике осциллографа при длительности фронтов входного импульса меньше собственного времени нарастания осциллографа.

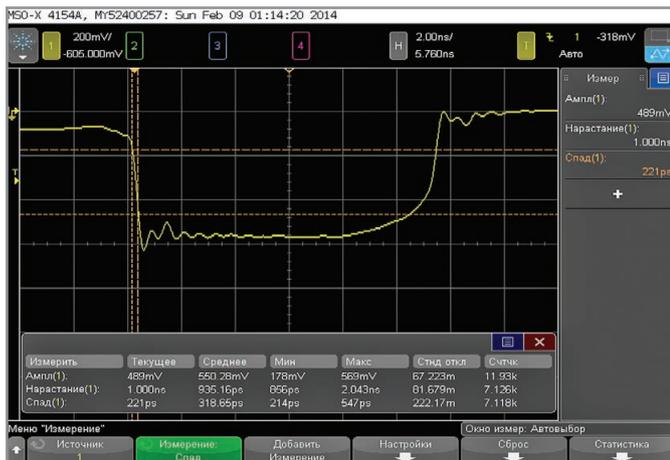


Рис. 10. Осциллограммы импульсов калибратора осциллографов И1-11 с перепадами длительностью менее 50 пс

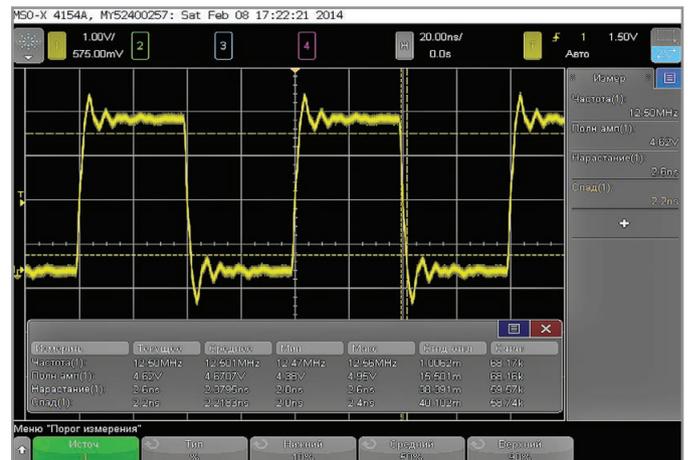


Рис. 11. Осциллограмма смещённого меандра с длительностью фронтов около 1 нс

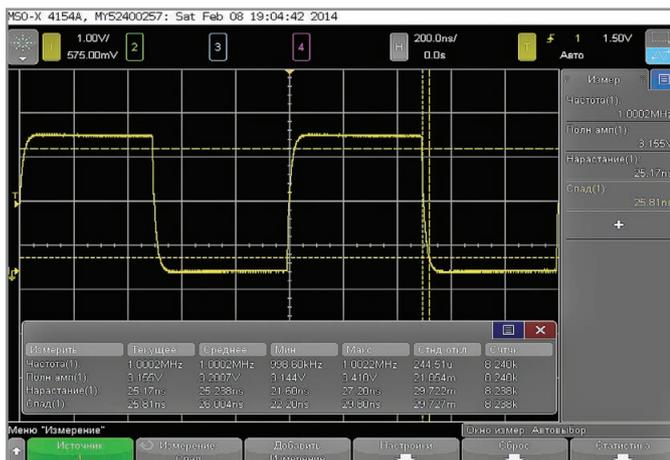


Рис. 12. Осциллограмма смещённого меандра с длительностью фронтов около 25 нс

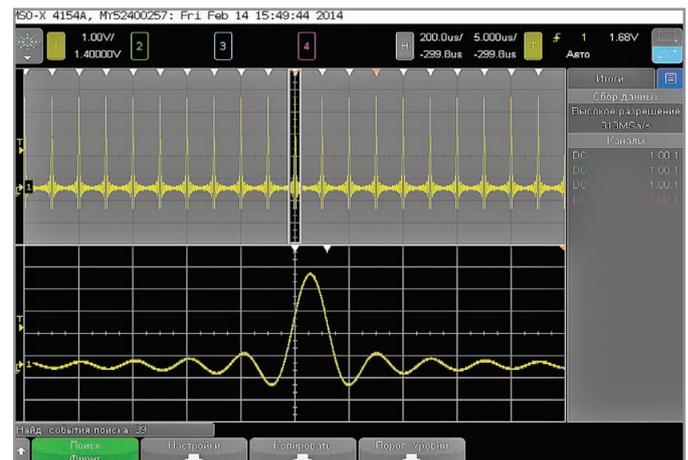


Рис. 13. Экран с основной осциллограммой и её фрагментом в режиме расширения (Zoom)

Это подтверждают результаты наблюдения импульсов калибратора осциллографов И1-11 с временем нарастания/спада около 50 пс. Одна из осциллограмм для импульса отрицательной полярности показана на рисунке 10. Минимальное зафиксированное время нарастания/спада при использовании входа 50 Ом для рабочего фронта калибровочного импульса составляет около 320 пс на уровнях отсчета 20% и 80% амплитуды и выбросе около 10%. Расчётное время нарастания переходной характеристики равно  $0,4/\text{Полоса} = 0,4/1,5 \text{ ГГц} = 267 \text{ пс}$ .

К сожалению, переходная характеристика при использовании высокоомного входа (1 МОм) со стандартным пробником выглядит намного хуже. Во-первых, полоса пропускания пробника 0,7 ГГц значительно сужает полосу частот у старших моделей серии (без пробника – 1,5 ГГц). Во-вторых, у полностью собранного пробника (с наконечником и заземляющим проводом длиной 10 см) полоса оказывается ещё уже, а индуктивность заземляю-

щего проводника вместе с его входной ёмкостью 9,5 пФ создаёт паразитный резонанс в полосе пропускания системы пробник – осциллограф.

В результате форма меандра 12,5 МГц с фронтами около 1 нс заметно искажается: фронты растягиваются более чем в два раза и появляются большие выбросы с хорошо заметной колебательностью (см. рис. 11). Следует отметить, что такой вид искажений характерен и для осциллографов других фирм с полосой частот 1...1,5 ГГц и высокоомными входами. Для их устранения необходимо применять активные пробники с малой (менее 1 пФ) входной ёмкостью и более широкой, чем у осциллографа, полосой пропускания. К сожалению, набор из четырёх таких пробников стоит почти столько же, сколько сам осциллограф. Подобные искажения исчезают, если длительность фронтов входных импульсов на порядок превышает время нарастания системы пробник – осциллограф (см. рис. 12). В данном случае сигнал с выхода микросхемы ТТЛ не имеет колебательности.

Многие осциллографы оснащаются «лупой времени» для детального просмотра осциллограмм и их сегментов. В осциллографах InfiniiVision 4000X применена фирменная технология «интеллектуальной» памяти MegaZoom IV, обеспечивающая скорость вывода осциллограмм до 1 млн в секунду. Просмотр сигналов возможен в ручном и автоматическом (с помощью проигрывателя) режимах. Кнопки управления последним находятся на передней панели. Режим сегментации памяти позволяет просматривать сегменты также в ручном и автоматическом режимах с помощью упомянутого проигрывателя.

Кнопка Horiz открывает меню управления развёрткой, которое состоит из четырёх пунктов:

- «Режим» – задаёт один из трёх основных режимов работы – нормальный (развёртка по времени), XY и прокрутка;
- «Нач. отсчёт» – устанавливает начало отсчёта времени в начало экрана, по центру или в конце;

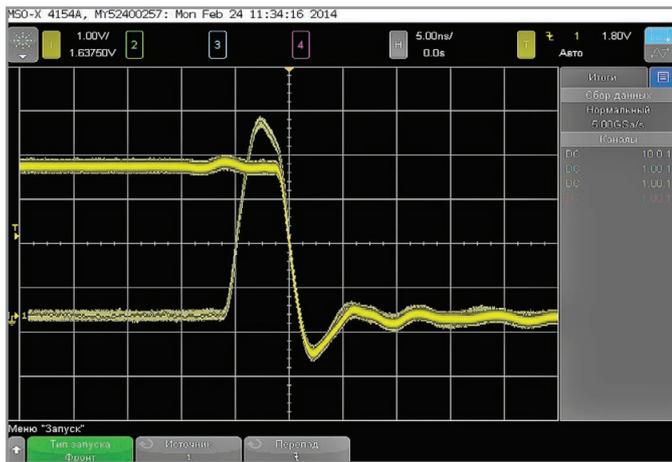


Рис. 14. Осциллограмма отрицательного фронта прямоугольных импульсов и короткого выброса

- «Точн. настр.» – включает режим точной настройки масштаба развёртки;
- «Масштаб» – открывает окно обзора.

Для расширения фрагмента осциллограммы во весь экран служит режим Zoom, включаемый круглой кнопкой с изображением лупы (область 7 на рисунке 2). На рисунке 13 показан экран с основной осциллограммой и её фрагментами в этом режиме. Область расширения может перемещаться по обзорной осциллограмме вперёд или назад вручную или автоматически при помощи проигрывателя (под кнопкой со значком лупы). Кнопка Search открывает меню поиска по заданным условиям, например, по фронту или длительности импульса, времени нарастания/спада и др. На рисунке 13 показан поиск по фронту, где каждое соответствие условию отмечается белым треугольником. Условие можно задавать и в меню запуска развёртки.

Запуск развёртки по заданным условиям является мощным средством обнаружения аномалий сигналов. У цифровых осциллографов точка запуска, по умолчанию, установлена посередине горизонтальной линии развёртки. И если запуск производить по аномалии, то она появляется в центре окна осциллограммы, благодаря чему её легко масштабировать и наблюдать. Например, если последовательность импульсов содержит случайные импульсы с длительностью менее 10 нс, то короткий выброс легко обнаружить, задав запуск по длительности менее 10 нс (см. рис. 14).

У осциллографов InfiniiVision 4000X запуск и синхронизация временной развёртки может осуществляться с различных участков осциллограмм и по различным условиям. Есть и фирменная особенность – запуск по части

осциллограммы, которая просто указывается пальцем руки или палочкой стилуса на сенсорном экране (см. рис. 1). По умолчанию, запуск выполняется по положительному фронту сигнала. Уровень запуска регулируется поворотной ручкой и отмечается на экране меткой и появляющейся на время прямой линией.

Режим монохромной персистенции (включается в меню кнопки Display) имитирует аналоговое послесвечение экрана с регулируемой или бесконечной длительностью. Персистенция является мощным средством обнаружения аномалий малой длительности: они успевают проявить себя и запоминаются осциллографом (см. рис. 14). Кроме того, послесвечение удобно для исследования видеосигналов телевизионных систем и устройств. При этом возможен выбор отдельных строк и полей телевизионных сигналов различных форматов, включая PAL-M, NTSC и SECAM (стандартных и высокой чёткости). Подробное описание всех видов запуска и синхронизации можно найти в литературе к статье [2].

Современные осциллографы высшего класса с полосой частот в сотни мегагерц имеют встроенные средства, обеспечивающие математическую и цифровую обработку осциллограмм [5, 6]. Осциллографы InfiniiVision 4000X оснащены развитой математической обработкой сигналов – от простых арифметических операций с сигналами двух каналов до достаточно сложных операций фильтрации сигнала, дифференцирования, интегрирования и т.д. Обработка включается нажатием кнопки Math. Выбор операции производится с помощью панели математических операций (см. рис. 6в), а на экране

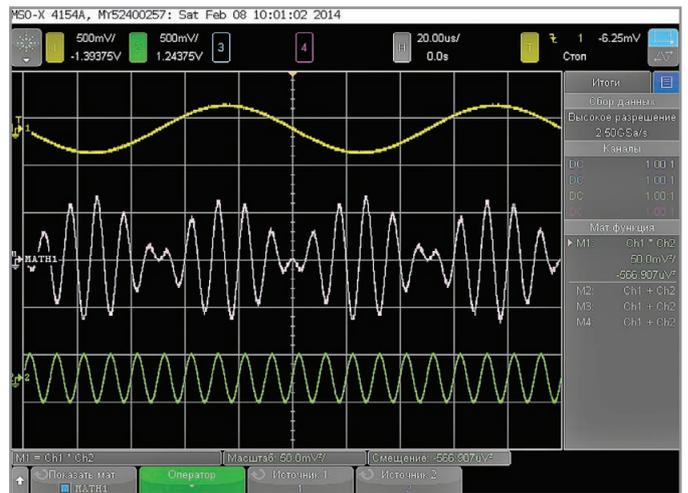


Рис. 15. Математическая операция перемножения двух сигналов

отображается краткое описание каждой операции. У осциллографов, поставляемых в Россию, это описание переведено на русский язык не полностью.

Пример математической операции перемножения двух сигналов показан на рисунке 15. Фактически, эта операция осуществляет амплитудную модуляцию высокочастотного сигнала низкочастотным. Программное обеспечение осциллографа учитывает свойства производимых вычислений. Например, при обработке двухполярного (скажем, синусоидального) сигнала не производятся вычисления для тех участков функций, которые определены только для положительного аргумента (таких как логарифм или квадратный корень). На рисунке 16 показано отображение графика функции – десятичного логарифма синусоиды. При отрицательных полуциклах синусоиды график функции не строится, поскольку для отрицательных значений аргумента логарифм не определён.

Анализ сигналов в частотной области осуществляется методом быстрого преобразования Фурье (БПФ). Это превращает осциллограф в сильно упрощённый анализатор спектра, который имеет более узкий диапазон исследуемых сигналов и гораздо меньшее разрешение по частоте из-за малого объёма памяти. Автоматическая настройка БПФ устанавливает такие значения диапазона и центральной частоты, при которых обеспечивается отображение всего спектра сигнала. Максимально возможная частота равна половине частоты дискретизации БПФ, которая зависит от установки коэффициента развёртки (время/деление). Разрешение БПФ равно результату деления эффективной частоты дискретиза-

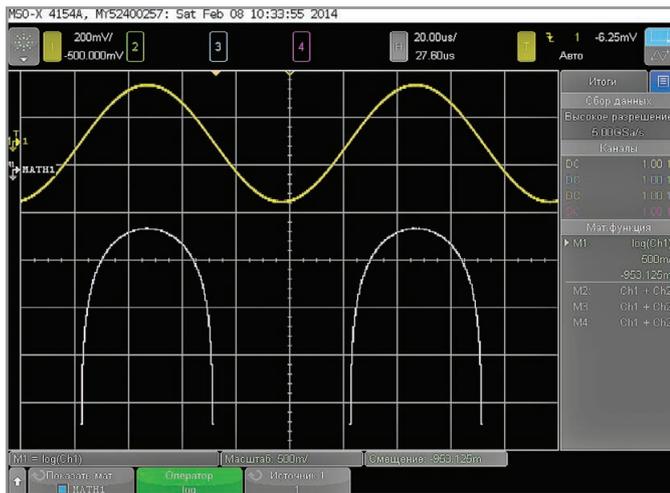


Рис. 16. Построение функции – десятичного логарифма синусоиды

ции на количество точек в БПФ (fs/N). Текущее разрешение БПФ отображается над программными кнопками.

Для предотвращения больших искажений спектра из-за разрывов сигналов в начале и в конце временного интервала, для которого строится спектр, при БПФ применяются окна следующих типов: Ханнига, с плоской вершиной, прямоугольное и Блэкмана-Харриса. Тип окна определяет вид

и резкость пиков спектра, а также разрешающую способность по частоте и амплитуде.

На рисунке 17 показана осциллограмма меандра и его спектра в линейном масштабе, вычисленного с помощью БПФ с окном Ханнига. Логарифмический масштаб существенно увеличивает динамический диапазон спектрального анализа, но приводит к широкой шумовой дорожке.

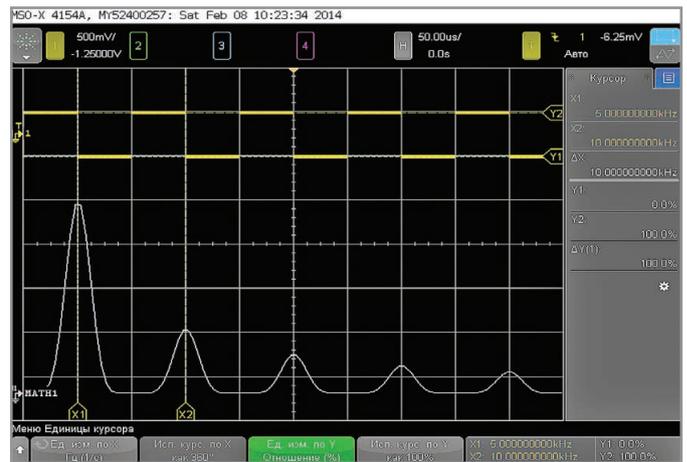
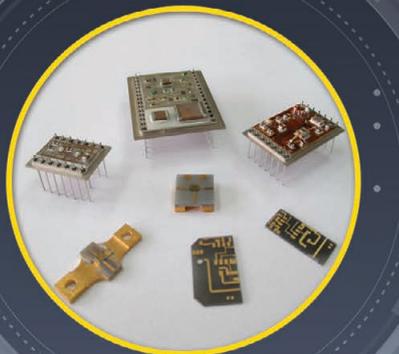


Рис. 17. Осциллограмма меандра и его спектра, вычисленного с помощью БПФ

Здесь возможно курсорное измерение амплитуды и частоты выделенного пика спектра, а также включение режима усреднения спектров для уменьшения уровня шума. Режим отслеживания курсором, при его перемещении по графику спектра, позволяет измерить амплитуды пиков.

При реализации БПФ задаётся установка средней частоты и диапазона частот. Это удобно при анализе спектра

# ОАО "МИНСКИЙ НИИ РАДИОМАТЕРИАЛОВ"



КАЧЕСТВО  
И НАДЕЖНОСТЬ -  
КОМПОНЕНТЫ УСПЕХА

СПЕЦИАЛЬНЫЕ СВЧ-КОМПОНЕНТЫ

СЕНСОРЫ, ДАТЧИКИ МЭМС

РАЗРАБОТКА И ПРОИЗВОДСТВО

www.mniiirm.com
Тел./факс +375 17 398-11-06 +375 17 398-30-13

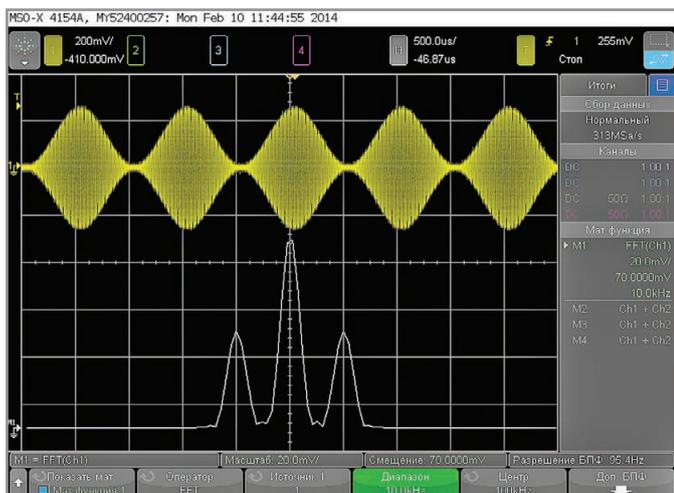



Рис. 18. Амплитудно-модулированный сигнал и его спектр

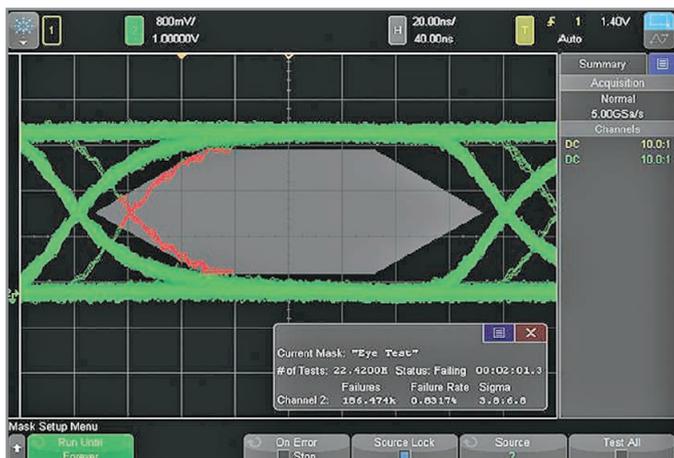


Рис. 20. Пример построения глазковой диаграммы с маской

амплитудно-модулированных сигналов (см. рис. 18). Если модулирующий и модулированный сигналы синусоидальные, то спектр АМ-сигнала представлен тремя пиками: несущей высокой частоты и двух боковых частот, отстоящих от несущей на частоту модулирующего сигнала. Установка полосы частот разрешения зависит от масштаба временной развертки.

На рисунке 19 показано совмещение осциллограммы синусоидального сигнала с частотой, изменяющейся по линейному закону, с математической операцией построения тренда, который отображает линейно-ступенчатый характер изменения частоты (белая линия).

Для обеспечения допускового контроля скоростных устройств применяются так называемые маски и глазковые диаграммы [6] (см. рис. 20). Маски – это области ограничения осциллограмм серого цвета, получаемые с помощью многоугольников или самих осциллограмм. Глазковая диаграмма отображает два нормированных сигнала, например, на входе и выходе системы.

Если они четко пересекаются и «глаз» открыт, то тестируемая система работает нормально. Из-за шумов и наводок толщина линий осциллограммы расширяется и «глаз» закрывается, что свидетельствует о нарушении условий работоспособности системы.

В осциллографах описываемой серии построение масок и контроль вхождения в них осциллограмм заметно ускорен (до 270 000 тестов в секунду с настройкой DSOX4MASK) благодаря применению аппаратных средств. Выходящая за пределы маски часть осциллограммы или глазковой диаграммы окрашивается красным цветом, а в окне выводятся результаты анализа.

Как уже отмечалось, осциллографы серии 4000X могут выполнять функции декодирования и анализа данных последовательных шин по их протоколам. Это существенно расширяет область их применения, хотя для полного анализа многих видов шин необходимо использовать дополнительные программные средства, которые предоставляет компания Keysight Technologies (ранее Группа электрон-



Рис. 19. Осциллограмма сигнала с линейным качением и графиком изменения частоты (белая линия)

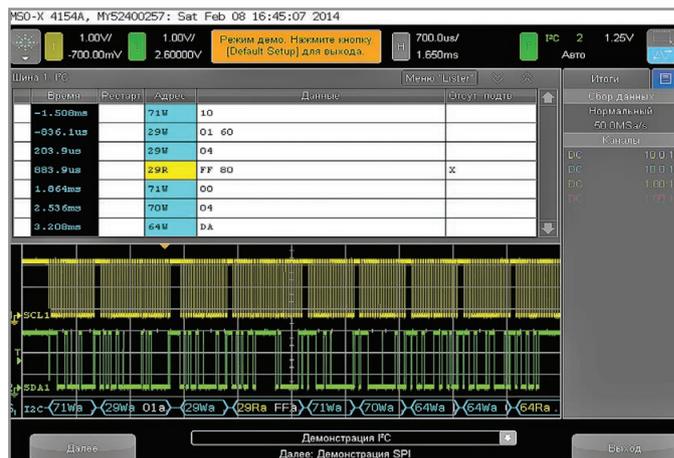


Рис. 21. Анализ последовательной шины данных по протоколу I<sup>2</sup>C

ных измерений Agilent Technologies). На рисунке 21, в качестве примера, показано окно декодирования демонстрационных данных шины I<sup>2</sup>C, включая адреса и временные диаграммы.

Аналоговые осциллографы, как правило, оснащены режимом XY, когда один сигнал подается в канал вертикального отклонения Y, а второй – в канал горизонтального отклонения X. Если сигналы синусоидальные, имеют одну частоту и некоторый сдвиг по фазе, то на экране осциллографа будет отображаться фигура Лиссажу. Она будет вращаться, если частоты сигналов не кратные. Осциллографы InfiniiVision 4000X тоже имеют режим XY (см. рис. 22). В данном случае фигура Лиссажу отображает два синусоидальных сигнала с частотами 1000 и 2500 Гц, полученные от встроенного генератора.

Установки параметров осциллографа, отдельные осциллограммы и копии экрана можно сохранить в память осциллографа или на USB-модуль флэш-памяти в виде файлов. Для ввода названий файлов и папок или аннотаций к осциллограммам можно вос-

пользоваться виртуальной сенсорной клавиатурой. Все основные форматы файлов осциллограмм и копий экрана, принятые для таких данных, поддерживаются.

Следует отметить, что при снятии графических копий экрана открытые позиции меню и большинство вспомогательных окон автоматически закрываются и не могут быть скопированы. Это неудобно при необходимости использования полных копий экрана в отчётах или статьях. Впрочем, полные копии экрана можно сделать планшетом iPad с помощью удалённого доступа к осциллографу, подключённому к компьютерной сети через порт 10 (см. рис. 3).

По итогам изучения характеристик и возможностей осциллографов Agilent серии InfiniiVision 4000X нельзя не признать справедливость присуждения им таких авторитетных наград, как «Best Electronic Design» и «Best in Test».

**ЛИТЕРАТУРА**

1. InfiniiVision 4000 X-Series Oscilloscopes. Data Sheet. Agilent Technologies, Inc., 5991-1103EN. October 18, 2013.

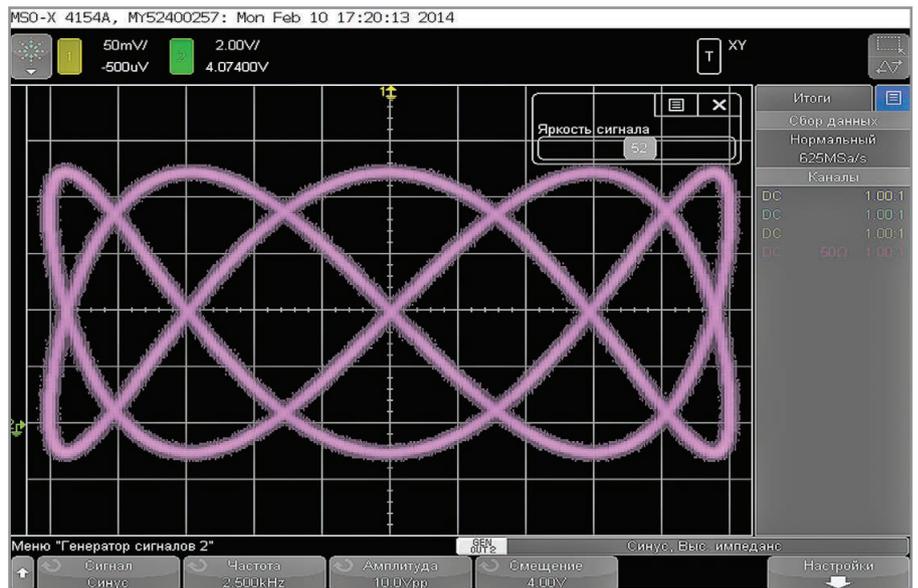


Рис. 22. Фигура Лиссажу в режиме XY

2. Осциллографы Agilent InfiniiVision 4000 серии X. Руководство для пользователя. Agilent Technologies, Inc. 2013.  
 3. Дьяконов В. Новейшая серия X осциллографов Agilent: нырок «вниз». Компоненты и технологии. № 2, 2012.  
 4. Дьяконов В. Как потратить миллион рублей на покупку цифрового осцил-

лографа, и что из этого выйдет? Компоненты и технологии. № 12. 2013.

5. Дьяконов В.П. МА TLAV и SIMULINK для радиоинженера. ДМК-Пресс. 2011.  
 6. Дьяконов В.П. Сверхскоростная твердотельная электроника. В 2 т. ДМК-Пресс. 2013.



**ДОЛОМАНТ**  
 ЗАО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «ДОЛОМАНТ»

**ВЕРНЫМ ПУТЕМ РАЗВИТИЯ —  
 К УСПЕХУ ЗАКАЗЧИКОВ!**

Открыт дополнительный прием заявок на производство в 2014-2015 гг.

**КОНТРАКТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО  
 ОТВЕТСТВЕННОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ  
 ОБЩЕГО И СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Реклама

**WWW.DOLOMANT.RU / +7 (495) 739 0775**

# Высокоскоростные объединительные платы от HARTING Integrated Solutions (HIS)

Сергей Власов, Ольга Романовская (Москва)

Статья рассказывает о подразделении компании HARTING – HARTING Integrated Solutions (HIS). Большой опыт в области металлообработки, технологии печатных плат и конструирования, которым обладает персонал HIS, обеспечивает полный цикл моделирования и проектирования оборудования под требования заказчика. Приведён пример реализации одного из успешных проектов.

## ВВЕДЕНИЕ

Подразделение компании HARTING Technology Group (HIS) специализируется на разработке и производстве кросс-плат и кроссовых систем. Команда проектировщиков и сектор производства работают непосредственно с заказчиками. Возможности компании позволяют выполнить разработку, моделирование и проверку высокопроизводительных решений на базе объединительных (кросс-) печатных плат, а также изготовить сопутствующие элементы металлоконструкций (шасси, крейты, блоки) и патч-панели (см. рис. 1, 2 и 3).

Подразделение HIS располагает собственными производственными площадками в США, Англии и Китае, которые оснащены идентичным производственным и испытательным оборудованием, а организация производства и контроль качества сертифицированы по ISO 9001 и производственному стандарту IPC 610, класс 3.

Можно выделить следующие направления деятельности HIS:

- разработка проекта, от печатной платы до полного встраиваемого решения;
- разработка прототипов;
- производство кросс-плат и металлических конструктивов;

- производство сопутствующих кабельных сборок;
- полное системное тестирование готовых встраиваемых решений.

## «ЖЁСТКАЯ ГИБКОСТЬ»

Проводные соединения отдельных компонентов и подсистем применяются до настоящего времени. Они трудоёмки в производстве и не всегда надёжны. Использование технологии HARTING с применением печатных плат позволяет оптимизировать качество изделия и стоимость процесса. Сочетая «жестко-гибкие» разновидности трасс передачи сигналов и применяя разъёмы HARTING серии Nan для объединения силовых и сигнальных цепей, команда разработчиков HIS заменяет проводной монтаж более простой в производстве печатной платой. Узлы «жестко-гибких» плат для сложных условий соединения являются элегантным решением, которое совмещает высокое качество соединения с компактностью, снижая требования к объёму аппаратуры (см. рис. 4).

## РАСШИРЕНИЕ ОБЪЕДИНИТЕЛЬНОЙ ПЛАТЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЪЁМОВ Nan

При разработке новых транспортных средств производители посто-

янно сталкиваются с жёсткими ограничениями на объём бортового оборудования, а также с требованиями снижения его веса при одновременном обеспечении надёжности. Одним из успешных проектов компании HARTING является узел распределения электропитания на основе соединительной панели, который был разработан под требования заказчика. Включение в проект объединительной платы разъёмов DIN 41 612 тип F и HARTING Nan не только позволило уменьшить объём аппаратуры на 50%, но также снизило вес соединительных кабелей и ускорило бортовые испытания (см. рис. 5). Готовый узел длиной более метра может быть надёжно закреплён в условиях постоянной вибрации.

Проектировщики использовали 3D-моделирование и тесно взаимодействовали с заказчиком, в результате чего было обеспечено полное соответствие техническим характеристикам. Проблемы в области электропитания могут быть урегулированы с помощью монтажа адаптеров плат HARTING Nan непосредственно на объединительной плате.

Соединительные панели предлагают дополнительные преимущества по сравнению с обычными проводниками в отношении качества сигналов, повторяемости характеристик и уровня перекрёстных помех. Как показывает практика компании HARTING, хорошо структурированная панель значительно снижает затраты и на обслуживание оборудования.

В оригинальной системе соединения на выдвижном блоке были посто-

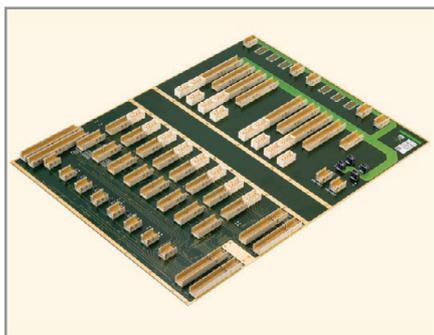


Рис. 1. Высокоскоростная объединительная плата



Рис. 2. Крейт 6U с объединительной платой



Рис. 3. Патч-панель

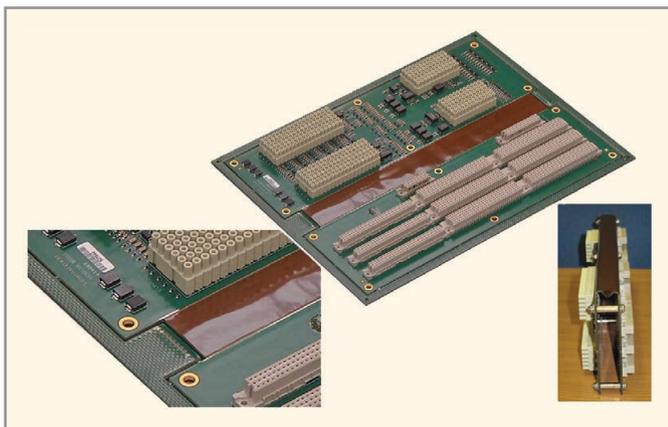


Рис. 4. «Жёстко-гибкая» плата с соединителями серии Nan



Рис. 5. Объединительная плата с разъёмами DIN 41 612 тип F и HARTING Nan, от оригинала (слева) к готовой разработке

янно подключены к соответствующим разъёмам на обратной стороне устройства. По просьбе заказчика проект объединительной платы команды HIS принципиально сохранил механическую архитектуру стойки. Однако за счёт установки разъемов на специально созданной объединительной плате теперь можно использовать для подключения кабельные сборки, что приводит к значительному сокращению затрат и унификации монтажных стандартов.

Все разъемы на объединительной плате установлены с использованием технологии запрессовки, что позволяет достичь максимальной эффективности при сборке компонентов на обеих сторонах (см. рис. 6).

**ПРИМЕР УСПЕШНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА**

Компания Vossloh Rail Vehicles является одним из ведущих европейских производителей локомотивов и пассажирских поездов. Локомотивы типа

Euro 3000, эксплуатируемые почти десять лет, являются основной продукцией компании. В связи с постоянным совершенствованием этого изделия компания Vossloh решила модернизировать релейные блоки, которые являются неотъемлемой частью встроенных систем обеспечения безопасности.

Две одинаковые корзины стандартной ширины и высоты 482,60 × × 133,35 мм (19" × 3U) содержат 160-мм гнезда для релейных плат, с помощью

# ЖАЖДА СКОРОСТИ

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

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

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

ПОЛНОЕ ЭКРАНИРОВАНИЕ.  
ЗАЩИТА ОТ ВИБРАЦИЙ, ПЫЛИ И ВЛАГИ

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР КОМПАНИИ HARTING



IP65 IP67



**Активный компонент вашего бизнеса**

ТЕЛ.: (495) 232-2522 / ФАКС: (495) 234-0640 / INFO@PROCHIP.RU / WWW.PROCHIP.RU



Реклама

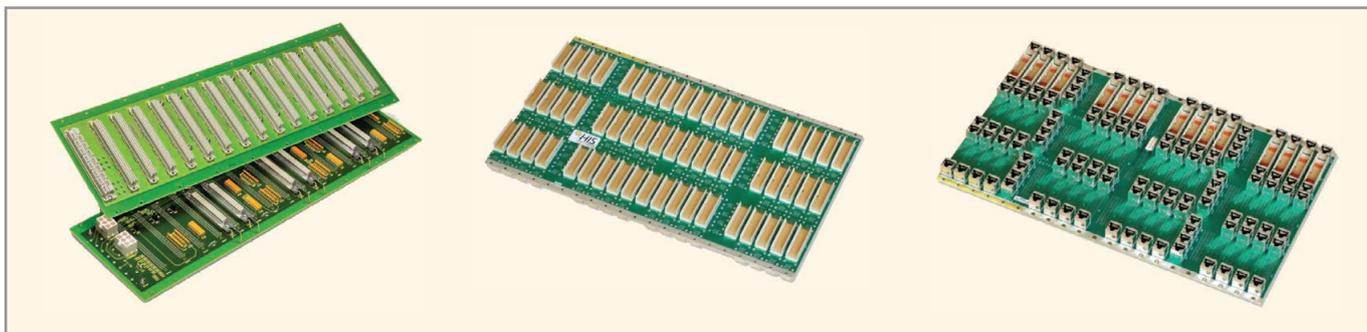


Рис. 6. Пример объединительной платы с разъёмами с обеих сторон



Рис. 7. Релейный блок на основе возможности прямого соединения без проводного монтажа, от оригинала (слева) к готовой разработке

которых реализованы важные функции, в том числе пожарная сигнализация, тормозные системы и тяговые преобразователи. Каждая плата, вставляемая в стойку вертикально, содержит три предохранительных реле. Входные сигналы на релейные контакты поступают по кабелям из шкафа управления локомотивом. Соединители, установленные на задней панели шасси, осуществляют передачу выходных сигналов от релейных контактов различным подсистемам обеспечения безопасности, расположенным по всему поезду. Каждая плата содержит индикаторный светодиод, который должен гореть при активированном релейном контакте.

Существующая стойка для локомотива Eugo 3000 включает в себя проводные соединения между разъёмами DIN 41612 каждой релейной платы и разъёмами задней панели для подключения внешних кабелей, а также между релейными платами в виде шины. Такое решение подразумевает трудоёмкий проводной монтаж (количество проводных соединений достигает 960), поэтому является трудозатратным и дорогим. Изготовление новых устройств требует длительной подготовки, частично связанной с тем, что для всех проводных соединений на субблоке необходимо использовать «плавающую» технологию монтажа. Поэтому компания Vossloh заказала новую конструкцию, которая позволи-

ла бы сократить затраты на изготовление каждого блока при сохранении гибкости исходной концепции проводных соединений, чтобы конфигурацию каждой из стоек можно было менять в соответствии с различными требованиями.

Специалисты компании Vossloh рассматривали вариант с жёстко смонтированными шинными соединениями между релейными платами и задними блочными соединителями для выходных сигналов, что позволяло сократить количество проводных соединений каждого устройства в два раза. Однако команда HIS предложила заказчику решение релейного блока с возможностью прямого соединения, без какого-либо проводного монтажа вообще (см. рис. 7). С этим решением компания Vossloh, в конечном счёте, согласилась.

С помощью переходников для печатных плат производства HARTING и надёжных соединителей ввода/вывода Nan DD производится установка шести задних соединителей конструкции HARTING на той же соединительной плате, которая используется для шинных соединений и установки реле. Таким образом, все соединения производятся через одну плату, что устраняет проводной монтаж и позволяет обойтись без дополнительной печатной платы.

Такая конструкция блока имеет на 30% меньшую глубину, поскольку меж-

ду задними соединителями и релейными платами теперь не проходят кабельные жгуты. Уменьшение глубины облегчает доступ к задним соединителям блока и позволяет уменьшить вес конструкции почти на 40%. Отсутствие проводных соединений повышает надёжность устройства, облегчает техническое обслуживание и ремонт при эксплуатации, позволяя экономить значительные средства. Кроме того, беспроводная конструкция избавляет от ошибок при монтаже и ускоряет выходной контроль изделия.

Всё проектирование и производство в рамках концепции HARTING, включая тщательный контроль заказчиком, а также лабораторные и натурные испытания, занимает шесть недель. С учётом всех расходов концепция HARTING обеспечила для компании Vossloh снижение затрат более чем на 20% без ущерба для качества продукции.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. [www.harting.ru/produkcija-harting/his/](http://www.harting.ru/produkcija-harting/his/).
2. *Havermann G.* Целостность сигнала: высокоскоростные сигналы (High speed channels). TecNews. № 16. С. 37.
3. *Richardson S.* От гибко-жёстких решений до Nan – объединительные платы компании HARTING. TecNews. № 23. С. 24.
4. *Davies B., Nadal Q.* Встроенные беспроводные системы безопасности, изготавливаемые на заказ. TecNews. № 25. С. 26.





Светодиодные кластеры серии XLD-Line-XP на светодиодах XP-C, XP-E Cree XLamp предназначены для подсветки витрин, карнизов, декоративного освещения, дизайнерской и рекламной подсветки. Широкий ассортимент и возможность деления делают кластеры удобными для реализации проектов любого уровня сложности.

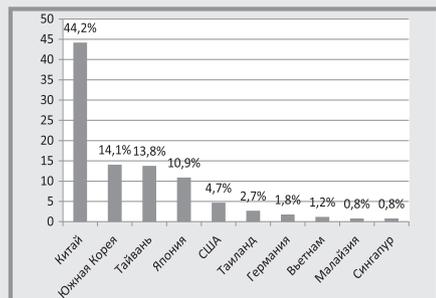
## Преимущества

- Высокий световой поток
- Деление на отрезки
- Коммутация кластеров в линию произвольной длины
- Широкий диапазон рабочих температур  $-40...+70^{\circ}\text{C}$
- Срок службы не менее 50 000 часов



## Отчёт Ассоциации IPC по мировому рынку производства печатных плат за 2013 год

Согласно отчёту IPC, объём рынка производства печатных плат в 2013 году снизился в реальном выражении на 2,2%, хотя Северная Америка продемонстрировала за этот период рост на 0,8%.



Общий объём производства в денежном выражении оценивается на уровне \$59,4 млрд.

Данные отчёта представлены по 10 категориям изделий и 31 стране-производителю или субрегиону. Новинкой данного отчёта является дальнейшее подразделение категории гибких плат на три подкатегории – одно- и двухсторонних, многослойных и гибко-жестких.

Отмечается, хотя рынок гибких печатных плат рос в 2013 году, рынок жестких плат находился на спаде. Также отмечено замедление роста производства в Китае и падение Японии в списке 10 ведущих стран-производителей плат со 2-го места на 4-е. Самый высокий рост показали Таиланд и Вьетнам.

[www.smtnet.com](http://www.smtnet.com)

## Lenovo закрывает сделку по приобретению подразделения IBM

Компании Lenovo и IBM объявили о выполнении всех требований и получении разрешения от регуляторов на завершение сделки по приобретению компанией Lenovo подразделения IBM по производству серверов на архитектуре x86. Предполагается, что сделка будет закрыта 1 октября 2014 года. Новое приобретение позволит компании Lenovo занять третье место на мировом рынке серверов на архитектуре x86. Объём этого рынка оценивается в \$42,3 млрд.

В соответствии с заключённым соглашением Lenovo покупает у IBM линейки blade-серверов и коммутаторов System x, BladeCenter и Flex System, интегрированные системы Flex на базе x86, серверы

NeXTScale и iDataPlex, сопутствующее программное обеспечение, а также сетевые сервисы и техническое обслуживание. IBM сохранит за собой подразделения по производству мейнфреймов System z, серверов Power Systems, Storage Systems и серверов Flex на базе процессора Power, а также продуктов PureApplication и PureData.

Основой для подписания соглашения между двумя компаниями стало их долгосрочное сотрудничество, начавшееся ещё в 2005 году. Тогда Lenovo приобрела у IBM подразделение по производству персональных компьютеров, включая линейку ThinkPad. В том числе и за счёт этой сделки компания Lenovo смогла занять первое место по объёмам поставок ПК в мире. Кроме того, в этом году компания Lenovo завершила сделку по приобретению подразделения Motorola Mobility, что позволит занять третье место в мире по объёмам продаж смартфонов и упрочить свои позиции в тройке лидеров на рынке «умных» устройств с доступом в интернет (ПК, планшетов и смартфонов).

Как сообщалось в январе текущего года, компании Lenovo и IBM начали стратегическое сотрудничество, итогом которого и должна была стать сегодняшняя сделка. В рамках сотрудничества предполагалось подписание OEM и реселлерского соглашения о приобретении ряда продуктов-лидеров продаж из линейки систем хранения данных и ПО, в том числе дисковых систем хранения начального и среднего уровня Storwize, ленточных систем хранения, систем хранения на основе flash-памяти, программного обеспечения SmartCloud Entry, General Parallel File System, а также решений Platform Computing.

Суть такого стратегического партнёрства также состоит и в том, что Lenovo теперь может предлагать продукцию приобретённого подразделения в составе комплексных решений в области ИТ для корпоративных пользователей и, таким образом, удовлетворять самые различные потребности пользователей ЦХОД.

Lenovo покупает подразделение целиком и, согласно договоренностям, обязана продолжить развитие линейки на архитектуре x86, включая интегрированные системы IBM Flex и IBM PureFlex на базе x86, с акцентом на внедрение инновационных решений.

Стоимость сделки составила \$2,3 млрд. Из них примерно \$2 млрд выплачивает-

ся денежными средствами, а оставшаяся часть – акциями Lenovo.

Сделка отвечает всем регулятивным требованиям и стандартным отлагательным условиям, в том числе требованиям Комитета по иностранным инвестициям США, Европейской комиссии и Министерства коммерции КНР.

*Пресс-служба компании Lenovo*

## В Новгородской области может появиться радиоэлектронный кластер

В бизнес-инкубаторе Новгородского университета прошло совещание, посвящённое созданию регионального кластера предприятий радиоэлектроники и машиностроения в регионе.

В совещании приняли участие руководители новгородских предприятий «Квант», «ОКБ-Планета», «Старт», «Старорусприбор», «Энергия», «Омега», «НИИПТ «Растр», СКТБ РТ, «Элси», а также представители НовГУ во главе с ректором Виктором Вебером и «Агентства развития Новгородской области».

Начальник управления инноваций НовГУ Владимир Макаров рассказал о целях и задачах кластера, а также о программах государственной поддержки. В его докладе был предложен пошаговый алгоритм организации кластера.

В ходе обсуждения был высказан ряд предложений. Так, генеральный директор «Кванта» Геннадий Капралов высказал мнение по первоочередным задачам кластера: организация кооперации технологических процессов создание реестра оборудования и технологий предприятий, формирование скоординированной политики в вопросах подготовки кадров.

Он представил специализированный Интернет-ресурс для поддержки кадровой политики, поделился опытом профориентационной работы со школьниками.

В свою очередь, проректор НовГУ по информатизации Николай Курмышев рассказал о возможностях использования вычислительных и телекоммуникационных ресурсов университета, а также привлечения ИТ специалистов университетских малых инновационных предприятий.

Было решено сформировать рабочую группу и разработать программу создания кластера предприятий радиоэлектроники и машиностроения Новгородской области.

<http://53news.ru/>

# Высокостабильные миниатюрные малопотребляющие ТСКГ

Более 13 лет ООО «Мэджик Кристалл» занимается разработкой и производством высокостабильных термостатированных кварцевых генераторов (ТСКГ).

Уникальной продукцией компании являются ТСКГ серии МХО37, построенные на основе кварцевых резонаторов-термостатов, сочетающие высокую стабильность частоты и низкий уровень фазового шума с миниатюрными размерами и чрезвычайно низкой – до 120 мВт - потребляемой мощностью.

## DIL8 и DIL14 совместимые ТСКГ 8-300 МГц



100 МГц  
10 МГц

Стабильность (-40+85)°C	Старение за		Фазовый шум, дБс/Гц		
	сутки	год	10 Гц	1 кГц	100 кГц
$5 \times 10^{-9}$	$2 \times 10^{-10}$	$3 \times 10^{-8}$	-135	-165	-170
$3 \times 10^{-8}$	$2 \times 10^{-9}$	$3 \times 10^{-7}$	-95	-155	-173

## Ультростабильные ТСКГ 5-300 МГц

100 МГц  
10 МГц

Стабильность (-40+85)°C	Старение за		Вариация Аллана, 1с	Фазовый шум, дБс/Гц		
	сутки	год		10 Гц	1 кГц	100 кГц
$5 \times 10^{-10}$	$2 \times 10^{-10}$	$3 \times 10^{-8}$	$3 \times 10^{-12}$	-135	-165	-170
$5 \times 10^{-9}$	$2 \times 10^{-9}$	$3 \times 10^{-7}$	$2 \times 10^{-11}$	-95	-155	-173

**NEW!**



20x20x12,8 мм

## Ударопрочные ТСКГ 8-300 МГц



10 МГц

Ударо-прочность	Стабильность (-40+85)°C	Старение за	
		сутки	год
500 g	$1 \times 10^{-8}$	$5 \times 10^{-10}$	$5 \times 10^{-8}$

Все ТСКГ имеют питание **3,3В** или **5В**, **синусоидальный** или **КМОП выход**



# Проектирование аналоговых и аналого-цифровых интегральных схем с использованием языка Verilog-AMS

## Часть 2. Аналоговые события

Дмитрий Осипов (Москва)

Во второй статье цикла рассматривается обработка аналоговых событий в Verilog-A модулях. Рассмотрены примеры использования аналоговых событий для описания компараторов и самотактируемых схем.

### Аналоговые события

Событие – это частичное изменение состояния схемы. Например, событие может быть связано с перепадом входного или внутреннего сигнала. Язык Verilog-A позволяет описывать модули, детектирующие или регистрирующие какие-либо события (например, перепад напряжения) и реагирующие на них. Таким образом, языковая конструкция Verilog-A может быть разбита на две части: первая – это описание события, а вторая – описание реакции схемы на это событие. Общий вид описания аналогового события и его обработчика таков:

```
@ ( описание_события ) обработка_
события ;
```

Описание аналогового события отличается от описания события в языке Verilog тем, что аналоговые события не являются блокирующими. Это означает, что модуль будет выполняться даже в том случае, если событие не происходит. Просто та часть, где описана

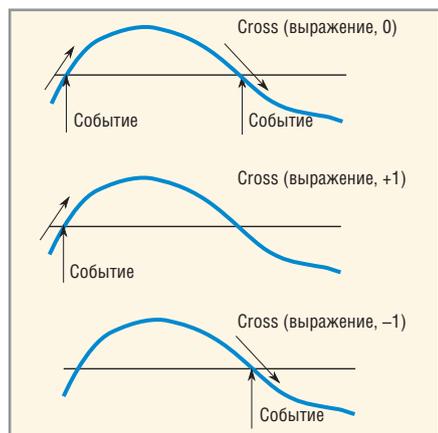


Рис. 1. Поведение функции Cross в зависимости от значения аргумента <направление>

реакция на событие, будет пропускаться. В случае если событие произошло, то тогда его обработка и будет выполнена исключительно в момент наступления события. Поэтому описание реакции схемы на событие не должно содержать оператор «<+>», то есть изменение значения сигнала невозможно внутри обработчика события, что естественно, так как в аналоговом моделировании сигналы должны быть описаны в каждой точке моделирования.

Можно описывать реакцию схемы не только на одно событие, но и на группу событий, используя оператор or (или):

```
@ ( описание_события1 or
описание_события2 ) обработка_
события ;
```

Язык Verilog-A содержит несколько «детекторов» событий, различающихся по классу обрабатываемых событий. К основным типам событий относятся, прежде всего, регистрируемые детекторами пересечения порога, поведение которых схоже с конструкциями Posedge и Negedge в языке Verilog. То есть события, наступающие при определенном изменении входного сигнала. Второй тип событий в Verilog-A – это события по таймеру, то есть наступающие в определенное время моделирования. Такие события обычно используются при написании тестовых окружений на Verilog-A.

Рассмотрим эти типы событий подробнее.

### ДЕТЕКТОРЫ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПОРОГА

Для детектирования событий, связанных с пересечением порога, Verilog-A предлагает две функции Cross (пересечение) и Above (превышение). Функция

Above во многом аналогична функции Cross и в настоящее время не рекомендуется к использованию, поскольку в новых версиях аналоговых симуляторов она может и не поддерживаться.

Функция Cross используется для описания аналогового события, которое происходит при пересечении аргументом функции нуля в заданном направлении. Кроме того, Cross позволяет контролировать временной шаг для достижения необходимой точности пересечения. Ниже представлен общий вид функции Cross:

```
cross (arg, <направление>,
<временной_допуск>, <допуск_по_
значению_выражения> )
```

Параметры <направление>, <временной\_допуск>, <допуск\_по\_значению\_выражения> являются опциональными. Все аргументы, за исключением направления, являются вещественными числами или выражениями. Направление же задается целым числом.

Если параметр <направление> устанавливается равным 0 или не устанавливается вовсе, то событие наступает, когда значение выражения пересекает ноль в любом направлении. Если значение направления равно +1, то событие считается наступившим только при условии, что значение выражения пересекает ноль во время возрастания. При установке направления –1, событие происходит, если значение выражения пересекает ноль во время спада (см. рис. 1).

Для контроля допусков по точности детектирования пересечения служат аргументы <временной\_допуск> и <допуск\_по\_значению\_выражения>. Если задан <допуск\_по\_значению\_выражения>, то событие произойдет тогда, когда модуль значения выражения станет меньше, чем аргумент <допуск\_по\_значению\_выражения>. Если задан <временной\_допуск>, то событие произойдет внутри задан-

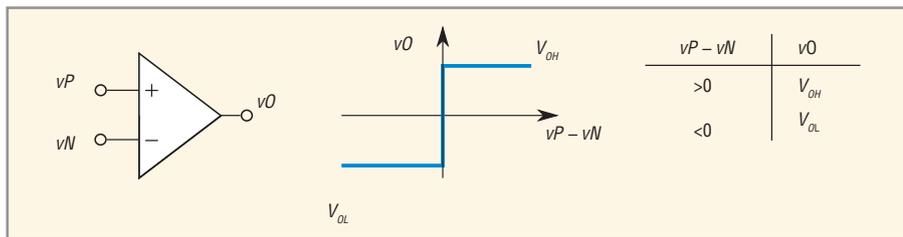


Рис. 2. Принцип работы компаратора напряжений

ного интервала, определяемого относительно действительного момента пересечения выражением нуля.

В качестве примера использования функции Cross рассмотрим Verilog-A описание компаратора. Компаратор – это схема, производящая сравнение одного аналогового сигнала с другим или с опорным сигналом и вырабатывающая цифровой выход, основанный на результате сравнения (см. рис. 2).

Модель идеализированного компаратора представлена на рисунке 3, где  $f_1$  определяется выражением:

$$f_1(v_P - v_N) = \begin{cases} V_{OH}, & (v_P - v_N) > 0 \\ V_{OL}, & (v_P - v_N) < 0. \end{cases}$$

Описание компаратора языком Verilog-A:

```

analog begin
    @(cross(V(vP) - V(vN), 0))
    f1 = ((V(vP) > V(vN)) ?
    VOH : VOL);
    V(vO) <+ f1;
end
    
```

В показанном примере аналоговым событием является пересечение выражением  $(V(vP) - V(vN))$  нуля. При наступлении события устанавливается новое значение вещественной переменной  $f_1$ . Обратите внимание на то, что когда событие не происходит, то весь блок кода, относящийся к обработке события, не выполняется и, следовательно, сигналу выходного напряжения  $V(vO)$  присваивается «старое» значение веще-

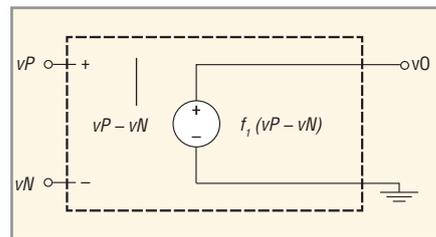


Рис. 3. Модель идеального компаратора

ственной переменной  $f_1$ . Таким образом, в описываемой модели значение выходного напряжения в начальный период работы (до наступления первого события), в общем случае не определено, так как не определено значение  $f_1$ . Для решения этой проблемы можно задать значение переменной  $f_1$  при наступлении особого события Initial Step, аналогичного блоку Initial в Verilog. Данное событие наступает один раз, в начальный момент времени моделирования:

```

@ ( initial_step ) begin
    f1 = ((V(vP) >
    V(vN)) ? VOH : VOL);
end
    
```

ДЕЙСТВУЙ НА ОПЕРЕЖЕНИЕ

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

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ INNODISK

PROSOFT®

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru

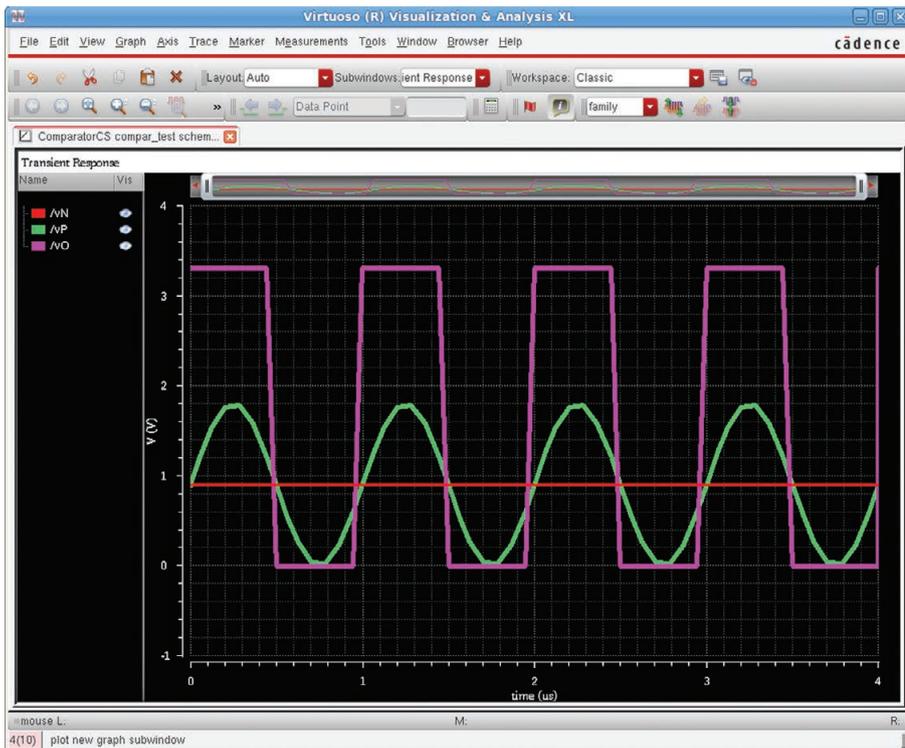


Рис. 4. Входной и выходной сигналы Verilog-A модуля модели компаратора



Рис. 5. Окно настроек модели компаратора в среде Cadence Virtuoso

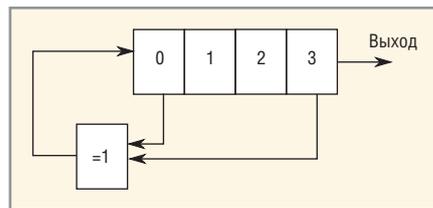


Рис. 6. Схема генератора псевдослучайных чисел

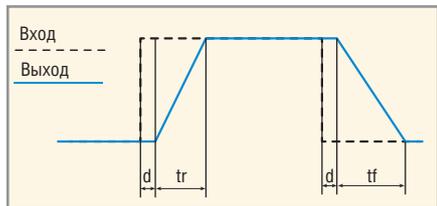


Рис. 7. Иллюстрация работы оператора Transition

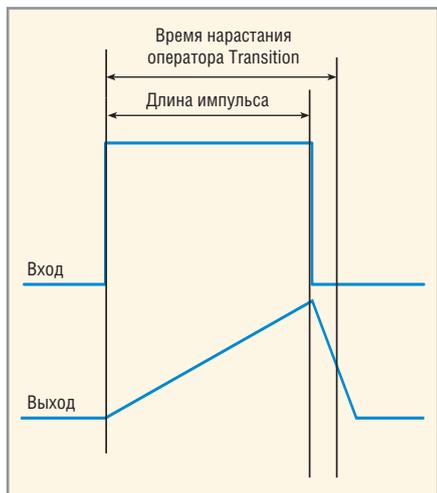


Рис. 8. Результат применения оператора Transition к импульсу с длиной меньше, чем параметр tr оператора

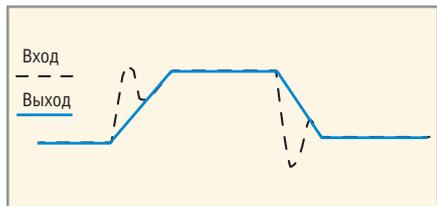


Рис. 9. Иллюстрация работы оператора Slew

**Verilog-A описание самоактивируемого генератора псевдослучайных чисел**

```

module prng(out);
output out;
electrical out;
parameter integer bit0=0;
parameter integer bit1=0;
parameter integer bit2=0;
parameter integer bit3=0;
parameter real period=100n;
integer feedback_signal;
integer sh_reg[0:3];
integer i;
analog begin
    @(timer(0)) begin
        sh_reg[0]=bit0;
        sh_reg[1]=bit1;
        sh_reg[2]=bit2;
        sh_reg[3]=bit3;
    end
    @(timer(10n, period)) begin
        feedback_
        signal=sh_reg[0]^sh_reg[3];
        for
        (i=3;i>0;i=i-1) begin
            sh_reg[i]=sh_reg[i-1];
        end
        sh_
        reg[0]=feedback_signal;
    end
    V(out)<+transition(sh_reg[3],1n,1n,1n);
end
endmodule
    
```

На рисунке 4 показана реакция нашей разработанной языком Verilog-A модели на синусоидальный входной сигнал в Cadence Virtuoso. Для задания параметров модуля (уровней напряжения логической «1» и логического «0») используется ключевое слово Parameter, рассмотренное в первой части статьи (см. СЭ № 7, 2014). На рисунке 5 показано окно настроек параметров модуля в Cadence Virtuoso. Таким образом, для конечного пользователя разработанная Verilog-A модель ничем не отличается от модели, встроенной в симулятор.

**Аналоговые события по таймеру**

Оператор Timer (старт, период) используется для генерирования аналоговых событий в определённые моменты времени. Если задан только аргумент «старт», то аналоговое событие детектируется один раз, когда время симуляции достигает значения «старт». Если же задан период, то событие детектируется во все моменты времени (старт + n × период), где n = 0, 1, 2, ... Данный оператор позволяет описывать самоактивируемые схемы или сигналы. В качестве примера можно рассмотреть схему генератора псевдослучайных чисел на основе сдвигового регистра с обратной связью, представленную на рисунке 6.

Описание регистра языком Verilog-A приведено в листинге, где в качестве параметров рассматриваются период

и инициализирующие значения битов регистра.

Конструкция @(timer(0)) полностью аналогична конструкции @(initial\_step), рассмотренной в разделе «Детекторы пересечения порога», и используется для инициализации внутренних переменных Verilog-A модуля.

Внутри аналогового блока происходит присваивание значения sh\_reg [3] напряжению на выходе модуля. При этом для сглаживания дискретных значений переменной Result (вычисляется только по положительному перепаду тактового сигнала) применяется оператор Transition. Оператор Transition (операнд, <d>,<tr>,<tf>), называемый также «аналоговый фильтр», производит преобразование кусочно-постоянного сигнала, указанного в операнде, в сигнал с переходным процессом между постоянными уровнями. Задержка начала переходного процесса определяется параметром <d>, время нарастания – <tr>, время спада – <tf>. Если указано только время нарастания, то время спада будет считаться равным времени нарастания (см. рис. 7).

Так как для переходного процесса необходимо некоторое время, возможна ситуация, когда новый переходный процесс начинается ещё до завершения предыдущего. В этом случае оператор прерывает предыдущий переходный процесс и начинает обработку следующего, но без ущерба непрерывности выходного сигнала (см. рис. 8).

Для DC-анализа, то есть анализа по постоянному току, выход оператора равен значению операнда. Для AC-анализа (малосигнального анализа) сигнал, прошедший через данный оператор, не изменяется.

Кроме аналогового фильтра Transition, язык Verilog-A предоставляет

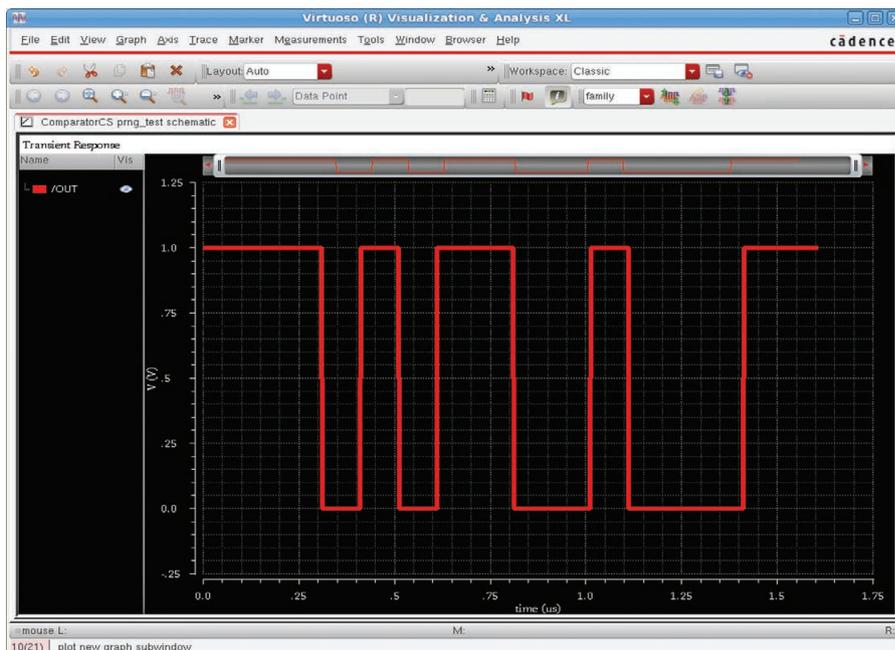


Рис. 10. Выходной сигнал генератора псевдослучайных чисел в среде Cadence Virtuoso

ещё один оператор для сглаживания выбросов во входном сигнале – оператор Slew (операнд, <mPS>, <mNS>). Этот оператор пропускает входной сигнал без изменений, но при этом ограничивает максимальный наклон выходного сигнала (см. рис. 9). Максимальные положительный и отрицательный наклоны задаются аргументами mPS и mNS соответственно. Для DC-анализа выход оператора равен значению операнда. Для AC-анализа (малосигнального анализа) оператор Slew будет представлять собой нулевое усиление, если рабочая точка находилась на участке сигнала, где сработало ограничение по максимальному наклону. В противном случае усиление будет единичное.

Кроме того, если необходимо только задержать входной сигнал, можно применить оператор Absdelay (операнд, <d>, <maxD>), который возвращает сигнал

равный сигналу, указанному как операнд оператора, сдвинутый по времени на <d>. Значение <d> должно быть положительным. Если задана максимальная задержка <maxD>, то задержка <d> может изменяться. При этом она не должна превышать значения <maxD>. Для DC-анализа выход оператора равен значению операнда. Для AC-анализа передаточная функция оператора absdelay равна  $e^{j2\pi fT}$ , где  $T$  – значение <d>,  $f$  – частота анализа, что отличает данный оператор от оператора Transition.

Выходной сигнал модуля для инициализирующего значения сдвигового регистра 1111 показан на рисунке 10. В данном модуле дважды используются аналоговые события по таймеру: сначала для инициализации начального значения сдвигового регистра, а затем для периодического сдвига значения на регистре.





## Решения Atmel на базе ядер Cortex

**Rainbow Electronics** предлагает со склада и под заказ непревзойдённую по функционалу продукцию Atmel на базе ядер Cortex-M0+/M4/A5

**SAM D – микроконтроллеры Cortex-M0+**  
оптимальное сочетание цена / функционал  
до 256 КБ FLASH, до 32 КБ ОЗУ, до 6 USART/SPI/I<sup>2</sup>C  
USB 2.0 Full Speed Host/Device  
контроллер емкостных сенсоров касания

**SAMA5 – универсальные микропроцессоры Cortex-A5**  
производительность до 850 MIPS  
потребление 150 мВт в активном режиме и менее  
0,5 мВт в режиме ожидания  
широчайший набор интерфейсов



**SAM4E – коммуникационные микроконтроллеры Cortex-M4**  
высокая производительность и набор интерфейсов  
до 1 МБ FLASH, 128 КБ ОЗУ  
USB, Ethernet, CAN, UART, SPI, I<sup>2</sup>C

**SAM4L – малопотребляющие микроконтроллеры Cortex-M4**  
производительность и энергоэффективность  
до 512 КБ FLASH, до 64 КБ ОЗУ  
USB, UART, SPI, I<sup>2</sup>C, контроллер LCD  
потребление в активном режиме 90 мкА/МГц

**RAINBOW ELECTRONICS**  
www.rtcs.ru

**Москва**  
(495) 665-1001  
info@rtcs.ru

**Екатеринбург**  
(343) 272-0020  
eburg@rainbow.ur.u

**Санкт-Петербург**  
(812) 324-0902  
spb@rtcs.ru

**Новосибирск**  
(383) 211-9087  
nsk@rtcs.ru

**Киев**  
(+38 044) 520-0478  
chip@rainbow.com.ua

**Минск**  
(+375 17) 220-7692  
chip@rainbow.by

# Вопросы тестирования интерфейсов стандарта USB 3.x

Тами Пипперт, Keysight Technologies

При разработке и тестировании USB-интерфейсов стандарта 3.x недостаточно использовать только цифровые техники, необходима комбинация цифровых и радиочастотных методов. Дизайн разъёма и кабеля должен сводить к минимуму излучаемые помехи, способные влиять на работу других устройств, и в то же время обеспечивать устойчивость системы к внешним помехам. Тестирование современных USB-интерфейсов включает не только традиционное измерение параметров глазковых диаграмм, но и радиочастотный спектральный анализ, рефлектометрические измерения во временной области, определение S-параметров линии передачи и кольцевую (Loopback) проверку приёмника.

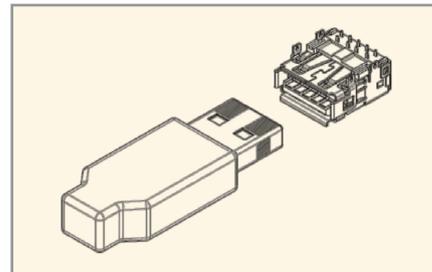
## ВВЕДЕНИЕ

Необходимость замены стандартных низкоскоростных последовательных интерфейсов, применяемых в компьютерах и модемах, на более высокоскоростные обусловила появление интерфейса USB. Прежние последовательные интерфейсы работали со скоростями передачи данных от 10 до 100 кбит/с, для их проектирования, тестирования и реализации применялись только цифровые технологии. Интерфейсы USB версий 3.0 (SuperSpeed) и 3.1 (SuperSpeed Plus) обеспечивают передачу потокового видео высокой чёткости и почти мгновенную перезапись файлов большого объёма. Одна из областей применения высокоскоростных интерфейсов – работа с внешними накопителями. Твёрдотельные накопители (SSD), которые приходят на смену механическим жёстким дискам в современных моделях планшетов и ноутбуков, обладают меньшей ёмкостью, чем традиционные HDD. Если корпоративные пользователи ещё могут примириться

с ограниченной ёмкостью встроенного накопителя, то частным пользователям нужны терабайтные ёмкости для хранения архивов семейных фотографий и видео высокого разрешения. Создание резервных копий и хранение архивов данных на внешних HDD-дисках является для них вариантом гораздо более простым, быстрым и дешёвым, чем использование облачных хранилищ.

В спецификации USB 3.1, опубликованной в июле 2013 г., определена скорость передачи данных 10 Гбит/с против 5 Гбит/с в спецификации 3.0, вышедшей в ноябре 2008 г. – это достигается за счёт новой схемы кодирования. Ожидаемая реальная скорость передачи данных составит порядка 1 Гбайт/с против 400 Мбайт/с в системах версии 3.0.

Передача данных на высоких скоростях создаёт помехи работе других периферийных устройств ПК, таких как сетевые адаптеры, устройства Bluetooth, беспроводные клавиатуры и мыши. Поэтому спецификации



ей USB 3.1 была введена новая конфигурация разъёмов, которая призвана как минимизировать ЭМИ в зонах контактов, так и снизить чувствительность системы к ВЧ-излучению от других источников.

Новые разъёмы 3.1 обратно совместимы с разъёмами предыдущей версии. Однако максимальная длина кабеля была уменьшена: если спецификация USB 2.0 допускала использование кабеля длиной до 5 м, а спецификация USB 3.0 – 2–3 м, то в спецификации USB 3.1 рекомендовано использовать кабель длиной до 1 м.

## РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗРАБОТКЕ И ТЕСТИРОВАНИЮ

Качество USB-интерфейса оценивается на основе измерений параметров глазковой диаграммы. Современные осциллографы реального времени с широкой полосой пропускания и пикосекундным временем нарастания (такие как, например, Keysight Infiniium 90000 X-Series), позволяют выполнять непосредственные измерения при наличии соответствующей тестовой оснастки. На рисунке 1а,б приведены глазковые диаграммы для передатчиков стандар-

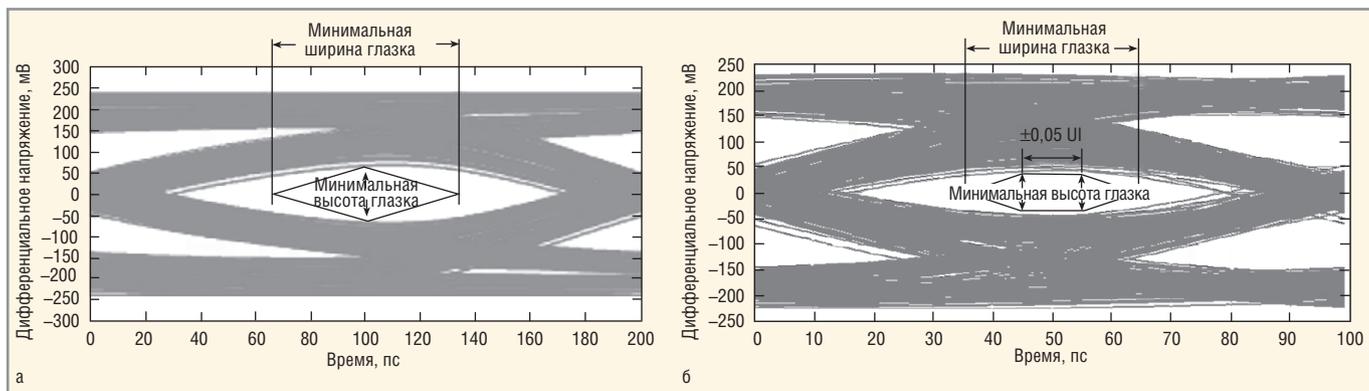


Рис. 1. Параметры глазковой диаграммы для спецификаций USB: а – USB 3.0; б – USB 3.1

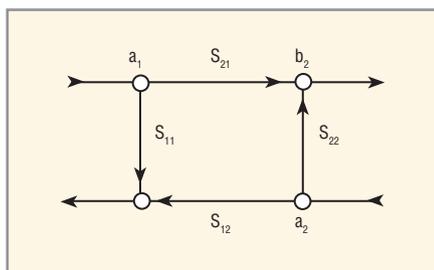


Рис. 2. S-параметры двухпортовой схемы

тов USB 3.0 и 3.1. Для проверки их параметров необходимо выполнять измерения при несимметричной нагрузке 50 Ом. Чем выше скорость передачи данных, тем заметнее влияние на качество интерфейса сопутствующих факторов – как активных (временной джиттер, фазовый шум генератора, линейность усилителя), так и пассивных (отражения и вариации задержек в коннекторах платы и кабелях). Каждый из этих факторов в той или иной степени вызывает сужение глазка диаграммы и увеличение числа ошибок демодуляции, а, следовательно, количества ошибок при передаче данных. Маски глазковых диаграмм стандартных передатчиков приведены в таблице.

Измерение параметров глазковой диаграммы позволяет судить о работоспособности системы, но чтобы определить причины неудовлетворительного результата, нужны другие методы. Помимо эффектов, возникающих в самой системе, разработчикам нужно учитывать возможность влияния внешних помех и измерять излучение, которое может повлиять на другие компоненты системы. Используя тестер коэффициента битовых ошибок (Bit Error Rate Tester, BERT), можно выявить как ошибки передачи данных, так и уровень лежащего в их основе джиттера тактовых сигналов на передатчике USB. Для имитации непрерывных и модулированных помех необходим специальный источник сигналов. Излучаемые помехи можно измерять с помощью анализатора спектра и направленных антенн. Полноценные испытания на электромагнитную совместимость требуют размещения тестируемого устройства в безэховой камере, чтобы исключить воздействие на него излучений других локальных источников. В современных ноутбуках расстояние между компонентами невелико, поэтому USB-интерфейс может испытывать воздействие помех достаточно высокого уровня. Чтобы защититься от них, можно внести некоторые изменения

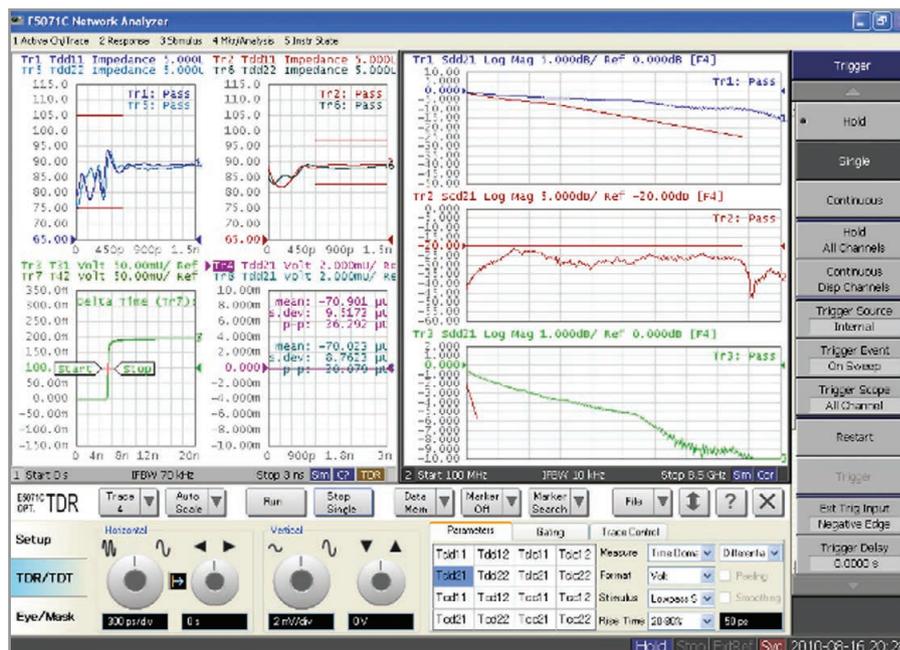


Рис. 3. Типовые результаты рефлектометрического анализа и проверки соответствия S-параметров, полученные с использованием анализатора цепей Keysight E5071C с опцией TDR

в конфигурацию, например, использовать другой порт, но предпочтительнее следовать лучшим практикам проектирования.

Лучшие практики проектирования рекомендуют рассматривать интерфейсы стандартов USB 3.0/3.1 как тракт передачи радиосигнала. Передающие характеристики кабеля и разъёма могут быть определены в терминах S-параметров, которые измеряются с помощью векторных анализаторов цепей с соответствующей тестовой оснасткой. S-параметры представляют собой комплексные коэффициенты прямой и обратной передачи/отражения (см. рис. 2). Анализатор цепей можно откалибровать с использованием калибровочных мер, чтобы исключить влияние тестовой оснастки и повысить точность результатов измерения тестируемого устройства.

Другой проверенный метод измерения, применяемый для оценки топологии печатных плат, качества кабеля и разъёма – динамическая рефлекто-

метрия. На рисунке 3 показаны результаты рефлектометрического анализа и проверки соответствия S-параметров, полученные с использованием анализатора цепей Keysight E5071C с опцией TDR (рефлектометрии во временной области).

Качественный приёмник должен надёжно работать при минимальном раскрытии глазка. На ранних этапах проектирования приёмники тестируются на физическом уровне (PHY) с использованием аналоговой обратной связи, когда данные не проходят через цифровой тракт интерфейса, а подаются непосредственно с аналоговых входов на аналоговые выходы. Таким образом, можно тестировать приёмник до завершения разработки цифрового тракта интерфейса. Финальное тестирование на соответствии стандарту требует использования режима кольцевой проверки через все тракты, включая цифровой. Сигнал с размытой глазковой диаграммой подаётся с тестера коэффициента

**Маска глазковой диаграммы стандартного передатчика в контрольной точке (TP1)**

Характеристика сигнала	5 GT/s (гигатрансаферов в секунду)		10 GT/s (гигатрансаферов в секунду)		Единица	Примечание
	Минимум	Максимум	Минимум	Максимум		
Высота глазка	100	1200	70	1200	мВ	2,4
Регулярный джиттер (DJ)		0,43		0,530	Единичный интервал (UI)	1,2,3
Случайный джиттер (RJ)		0,23		0,184	UI	1,2,3,5
Суммарный джиттер (TJ)		0,66		0,714	UI	1,2,3

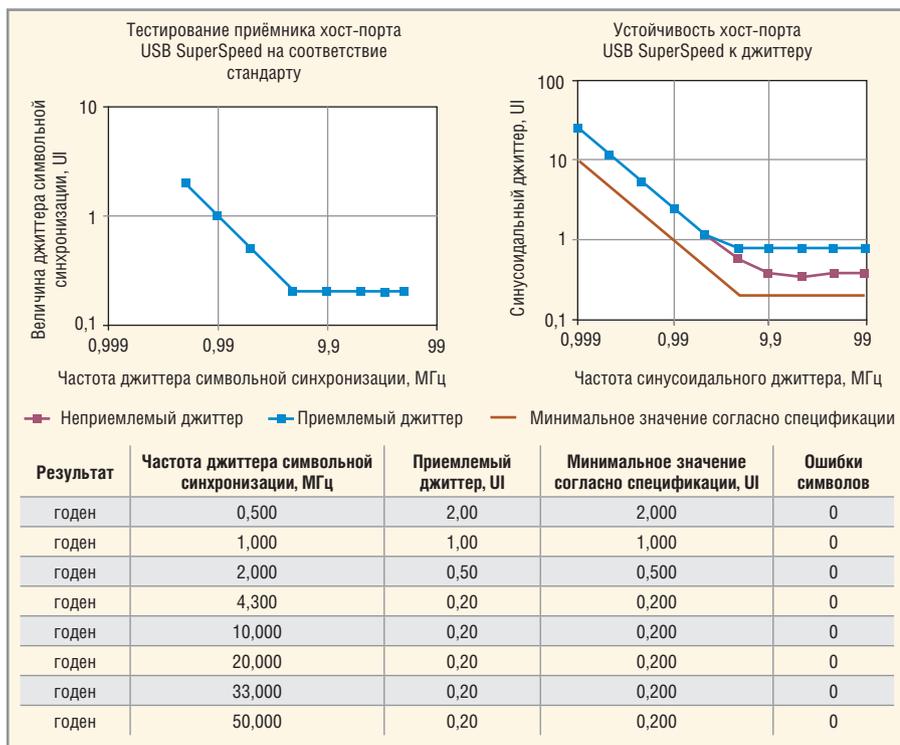


Рис. 4. Автоматизированное измерение джиттера с помощью Keysight J-BERT M8020A

битовых ошибок (BERT) на тестируемый приёмник, проходит все логические блоки приёмника и поступает на вход передатчика. Выход передатчика соединён с входом детектора ошибок, который выполняет побитовое сравнение принятого сигнала после удале-

ния упорядоченного множества пропусков (SKP OS) и измеряет коэффициент битовых ошибок. Эта проверка выполняется асинхронно – приёмник не получает синхросигнал непосредственно от BERT, а восстанавливает его из потока данных.

Для тестирования приёмника требуется специализированный BERT, позволяющий создавать кодовые последовательности для кольцевой проверки приёмника, вносить калиброванный джиттер и автоматически измерять джиттер при испытаниях в предельных режимах. Пример результатов такого тестирования показан на рисунке 4.

**Выводы**

Для разработки и производства устройств USB 3.x необходимо специализированное измерительное оборудование, соответствующее требованиям новейших стандартов. При выборе производителя измерительного оборудования следует учитывать его опыт и степень участия в работе организаций по стандартизации, в том числе в работе международной некоммерческой организации USB Implementers Forum (USB-IF). Только в этом случае разработчики могут быть уверены, что создаваемая система будет работать корректно, обеспечивать надёжную передачу данных в высокоскоростном интерфейсе и не создавать помех другим периферийным устройствам.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Keysight Application Note 154 (документ № 5952-1087).



**Новости мира News of the World Новости мира**

**Решение для анализа в частотной области для осциллографов реального времени**

Компания Keysight Technologies объявила о выпуске опции для анализа в частотной области (FDA) для осциллографов реального времени.

Опция FDA расширяет возможности осциллографов серии Keysight Infiniium и InfiniiVision, позволяя визуализировать захваченные осциллографом сигналы в частотной области, а также выполнять основные спектральные измерения.

Опция N8832A-001 включает само приложение, исходный код приложения и программное обеспечение MATLAB. Эти инструменты позволяют расширять возможности приложений в соответствии с текущими и будущими контрольно-измерительными задачами.

Приложение FDA решает множество задач, связанных с анализом в частотной области, благодаря наличию следующих функций:

- измерение спектральной плотности мощности (PSD) и визуализация спектрограммы, которая часто встречается в анализаторах спектра и приложениях частотного анализа;
  - измерения в частотной области, включая измерение достоверных пиков в PSD и измерение таких параметров, как занимаемая полоса частот, отношение сигнал/шум, нелинейные искажения, свободный от паразитных составляющих динамический диапазон и ошибка частоты;
  - программная настройка осциллографа, которая обеспечивает воспроизводимость настроек прибора и измерений (опционально эта функция может включать дополнительные команды SCPI для расширенной настройки);
  - вставка дополнительных специализированных команд обработки сигнала перед визуализацией в частотной области для расширенного анализа;
  - живой или автономный анализ данных временной области в ПО MATLAB.
- Компания Keysight является первой

и единственной компанией, продающей и поддерживающей в своих приборах ПО MATLAB, предлагая инженерам полное программно-аппаратное контрольно-измерительное решение.

ПО MATLAB не только входит в состав программной опции Keysight N8832A-001, но и выпускается в виде опции для других приборов Keysight.

Информация о применении ПО MATLAB в осциллографах Keysight Infiniium и InfiniiVision приведена на странице [www.keysight.com/find/matlab\\_oscilloscopes](http://www.keysight.com/find/matlab_oscilloscopes).

Информация о применении ПО MATLAB в генераторах и анализаторах сигналов, генераторах сигналов произвольной формы, анализаторах цепей и контроллерах PXI и AXIe компании Keysight приведена на странице [www.keysight.com/find/matlab](http://www.keysight.com/find/matlab).

Дополнительную информацию о ПО анализа в частотной области N8832A-001 для осциллографов реального времени можно найти на странице [www.keysight.com/find/FDA](http://www.keysight.com/find/FDA).

[www.keysight.com](http://www.keysight.com)



## Источники питания Keysight Technologies серии AC6800

Источники питания переменного тока серии AC6800 являются идеальным вариантом для питания приборов, тестируемых в условиях колебаний напряжения, бросков пускового тока и переходных процессов в современных перегруженных электрических сетях.

Новые источники питания переменного тока предлагают качество и функционал, которые вам необходимы:

- Выходная мощность от 500 до 4000 В·А с действующим напряжением 270 В<sub>с.к.з.</sub> и частотой до 500 Гц
- Интуитивно понятный пользовательский интерфейс
- Широкие возможности ввода-вывода: LAN/LXI, USB и GPIB (по выбору)
- Низкая стоимость владения
- Максимальный для отрасли срок гарантии — 3 года



## Инновационные решения для электронной промышленности

Санкт-Петербург / Москва / Нижний Новгород  
[www.dipaul.ru](http://www.dipaul.ru) / [info@dipaul.ru](mailto:info@dipaul.ru)

# Широкополосная логоспиральная антенна с круговой поляризацией

Пётр Вьюгин, Александр Курушин (Москва)

В статье рассматриваются вопросы проектирования широкополосной антенны, излучающей и принимающей сигналы глобальных навигационных спутниковых систем. В качестве широкополосной антенны выбрана спиральная логарифмическая антенна. Расчёт, моделирование и исследование антенны выполнены в программе электродинамического моделирования HFSS.

## ВВЕДЕНИЕ

Сегодня является актуальным создание аппаратно-программных комплексов (АПК) для оценки характеристик навигационных модулей и навигационной аппаратуры, работающих по сигналам глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС). Также современной задачей является повышение эффективности средств навигационного обеспечения и достоверности результатов оценки их характеристик. Под эффективностью антенны понимается совокупность свойств системы, характеризующих её рабочие качества.

Важным узлом таких АПК, определяющим его навигационные возможности, является широкополосная антенна, излучающая и принимающая сигналы ГНСС в гигагерцовом диапазоне частот. В качестве широкополосной антенны для АПК можно выбрать спиральную логарифмическую (логоспиральную) антенну, работающую в диапазоне частот от сотен мегагерц до десятков гигагерц (см. рис. 1). Логоспиральная антенна состоит из двухзаходной спирали и согласующего трансформатора. Антенна представляет собой две металлические полоски, намотанные и закреплённые на диэлектрическом конусе ( $\epsilon = 1...3$ ). Ширины вибраторов увели-

чиваются в экспоненциальной зависимости к основанию конуса. Такая форма плоских спиральных вибраторов обеспечивает широкую полосу, а также широкий угол однонаправленного излучения с круговой поляризацией в направлении вершины конуса.

Логарифмическая двухвibratorная антенна с постоянным углом раскрытия в виде планарной спирали, обёрнутой вокруг диэлектрического конуса, была создана американским учёным Д. Дайсоном (Dyson) в 1958 году [1]. Особенностью логоспиральной антенны является то, что ширина каждого плеча увеличивается, начиная от точки питания, в логарифмической зависимости. Диаграмма направленности (ДН) логоспиральной антенны зависит от величины угла при вершине конуса и угла намотки спирали.

Три модели таких антенн (3101, 3102 и 3103) выпускает компания Electro-Mechanics Company (EMCO) [2]. Компания EMCO входит в корпорацию ETS-Lindgren (ETS-Lindgren производит оборудование и специальные материалы для радиоизмерений и испытаний на электромагнитную совместимость, имеет более 60 представительств в различных городах мира, в том числе в Москве), поэтому в статьях и ката-

логах антенн можно встретить обозначение, например, и EMCO-3101, и ETS-Lindgren-3101, но речь при этом идёт об одной и той же модели. На рисунке 1в показана логоспиральная антенна модели 3101. Диапазон рабочих частот этой антенны составляет 0,2...1 ГГц. Другие модели аналогичны по конструкции, но предназначены они для работы в других диапазонах частот и отличаются от модели 3101 геометрическими размерами. Диапазоны рабочих частот и другие характеристики логоспиральных антенн представлены в таблице.

В данной работе приведены результаты моделирования логоспиральной антенны в системе HFSS ANSYS [3] для диапазона частот 1...20 ГГц и показаны результаты её макетирования.

## СПОСОБ ПИТАНИЯ ЛОГОСПИРАЛЬНОЙ АНТЕННЫ

Существует несколько способов подачи питания на широкополосную логоспиральную антенну. Часто питание конической логоспиральной антенны выполняется с помощью коаксиальной линии или коаксиального кабеля, накладываемых на поверхности спиралей. Для этого также можно использовать двухпроводную линию.

Используется широкополосный преобразователь, выполненный в виде скошенной коаксиальной линии (см. рис. 2), имеющей плавно-изменяющийся характеристический импеданс [4]. Это достигается тем, что в различных сечениях структура линий плавно изменяется. От круглой коаксиальной линии (сечение А-А) она перехо-

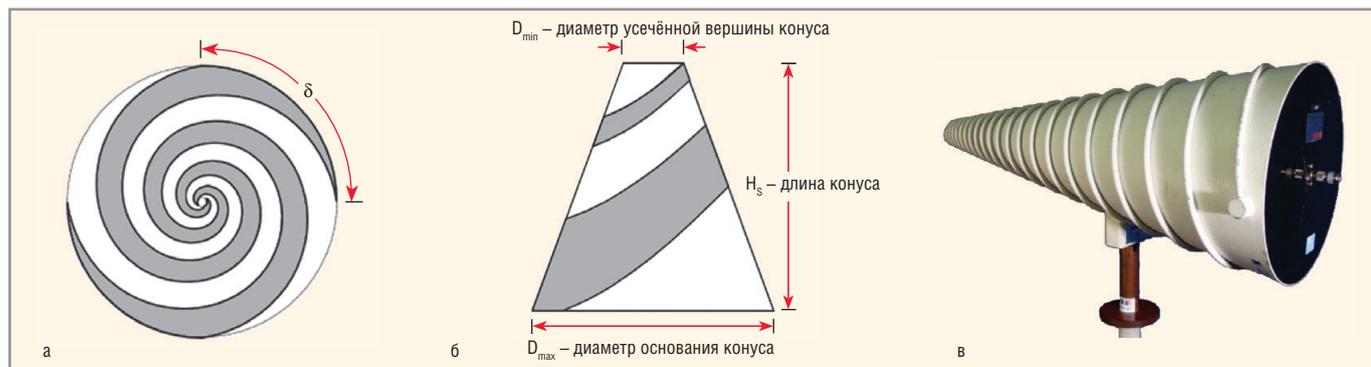


Рис. 1. Логоспиральная антенна: а – вид сверху; б – угол намотки спирали; в – вид сбоку (модель EMCO-3101)

дит в двухпроводную линию с небольшой диэлектрической прослойки (сечение В-В). Для перехода с несимметричной линии на симметричную использован коаксиальный кабель типа UT-141-SA (см. рис. 3). Диаметр его внутренней жилы составляет 0,91 мм, а диаметр внешней оплётки – 2,98 мм. Заполнение коаксиальной линии выполнено материалом с  $\epsilon = 2,2$ . Переход является излучающей линией. С одной стороны, создаётся несимметричный волноводный порт, а с другой – симметричный дискретный порт.

Моделирование перехода выполнено с помощью HFSS ANSYS [5] – мощной системы проектирования и трёхмерного моделирования ВЧ- и СВЧ-устройств и электромагнитных полей. Экспериментальное исследование такого перехода было выполнено с помощью анализатора цепей Agilent. Для анализа поведения электрических цепей при прохождении сигналов СВЧ используют так называемые S-параметры. Определяются они как коэффициенты отражения по входам (S11 и S22) и коэффициенты передачи со второго входа на первый (S12) и наоборот (S21) при под-

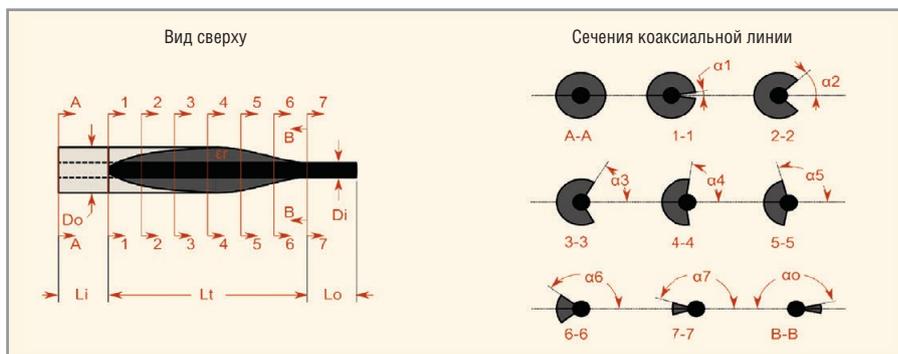


Рис. 2. Сечения скошенной коаксиальной линии

Характеристики логоспиральных антенн

Характеристика	Модель		
	1301	1302	1303
Поляризация	Круговая левая / Круговая правая		
ДН	Однонаправленная		
КНД (dBi)	10; 5 – мин.; 15 – макс.	–	–
Широкополосность	Многооктавная, зависит от геометрии плеч		
Сложность	Высокая		
Входной импеданс, Ом	150; 100 – мин.; 280 – макс.		
Диапазон частот (рабочий), ГГц	0,2...1	1...10	0,1...1
Мощность на входе, Вт, макс.	100 (150 – пик.)	50 (100 – пик.)	100 (150 – пик.)
КСВН	2,4:1	1,6:1	1,9:1
Импеданс, Ом	50		
Тип разъёма	N		
Длина (H <sub>с</sub> ), мм	813	381	1020
Диаметр (D <sub>max</sub> ), мм	330	127	660
Вес, кг	4,5	3,6	10,0
Диапазон рабочих температура, °C	-50...+50		

Используете несколько разных САПР для одного проекта?

# Работайте с ANSYS® DesignerRF

Решайте комплексные задачи из ОДНОГО приложения

- анализ целостности сигналов
- электромеханическое моделирование
- тепловой анализ
- анализ интегральных микросхем
- моделирование радиочастотных схем
- высокопроизводительные вычисления

Техническая поддержка    Обучение    Дизайн-проекты

Тел.: +7 (495) 943-50-32, www.orcada.ru

оркада

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР



Рис. 3. Переход коаксиальной линии в двухпроводную линию

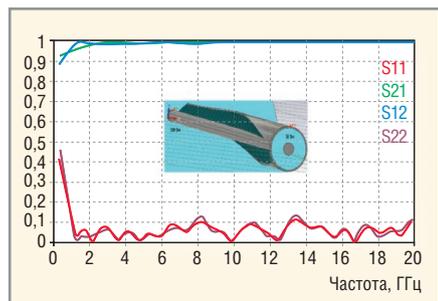


Рис. 4. Частотная характеристика линии передачи для диапазона частот 0...20 ГГц

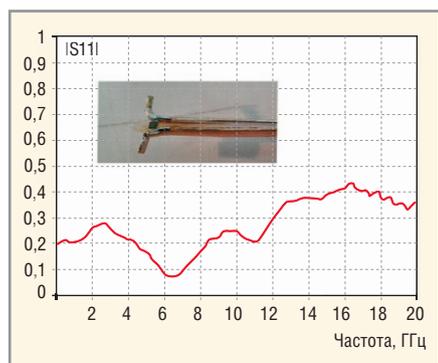


Рис. 5. Частотная характеристика S11 симметрирующего трансформатора в виде скошенной коаксиальной линии для диапазона частот 1...20 ГГц



Рис. 6. Макет логоспиральной антенны

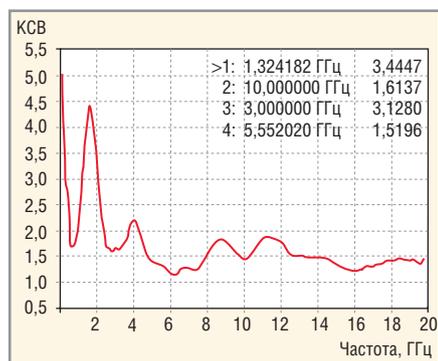


Рис. 7. Измеренная частотная характеристика КСВ логоспиральной антенны в диапазоне частот 1...20 ГГц

ключении согласованных нагрузок ко всем остальным входам.

Созданный переход имеет длину 160 мм (см. рис. 3). Для того чтобы обеспечить в линии режим бегущей волны на выходе двухпроводной линии установлено сопротивление 100 Ом

(см. рис. 4). Согласно расчётам, именно такое входное сопротивление имеет логоспиральная антенна.

Таким образом, расчёт и измеренные характеристики (см. рис. 5) показывают, что линия передачи будет выполнять согласование от несимметричной линии (коаксиальный ввод) к симметричной нагрузке (сопротивление 100 Ом) в диапазоне 1...20 ГГц с коэффициентом стоячей волны (КСВ, отношение максимального напряжения в СВЧ-тракте к минимальному) < 3.

### МАКЕТ КОНИЧЕСКОЙ ЛОГОСПИРАЛЬНОЙ АНТЕННЫ

Коническая логоспиральная антенна является замедляющей структурой для поверхностной волны, идущей от точки питания к вершине конуса. Но в пространстве широкой части конуса она становится ускоряющей структурой, в результате чего направление излучения и диаграмма направленности изменяются в сторону вершины конуса. Коническая логоспиральная антенна излучает в эту сторону с круговой поляризацией. Макет логоспиральной антенны показан на рисунке 6. Диаметр основания конуса составляет 43 мм, а длина – 145 мм. Точка питания логоспиральной антенны находится в вершине конуса. В этой точке к выводам логоспиральной антенны припаивается симметричный вход широкополосного перехода, показанного на рисунке 3.

Ширина полосы пропускания конической логоспиральной антенны определяется соотношением диаметра основания  $D_{max}$  (около половины длины волны на нижней частоте) к диаметру усечённой вершины  $D_{min}$  (примерно в четверть длины волны на наибольшей частоте). Согласно принципу Бабине, для планарной логоспиральной антенны прогнозируется входное сопротивление, равное 188 Ом. Связь между спиралями на конусе уменьшает это значение до 150 Ом и менее.

Частотные характеристики логоспиральной антенны зависят от геометрии конуса и угла намотки спирали. Самая низкая рабочая частота логоспиральной антенны связана с максимальным диаметром основания конуса  $D_{max}$ , а максимальная частота связана с минимальным диаметром усечённого конуса  $D_{min}$ , на котором формируется логоспиральная антенна. Поляризация может быть изменена направлением сворачивания спирали. Усиление логоспиральной антенны растёт при увеличении

угла спирали  $\delta$ , а ширина луча увеличивается при уменьшении угла спирали  $\delta$  (см. рис. 1).

Входное сопротивление увеличивается при уменьшении угла расхождения плеч антенны. Экспериментальная частотная характеристика КСВ исследуемой антенны, измеренная с помощью анализатора цепей Agilent, показана на рисунке 7.

Выполним расчёт логоспиральной антенны методом IE (метод интегральных уравнений, который не требует охвата антенны боксом поглощения) программы электродинамического моделирования HFSS. Время расчёта такой антенны, размер которой можно считать более 10 длин волн на самой высокой частоте 20 ГГц, составляет две минуты на одной частотной точке (компьютер 2 ГГц, 2 ГГБ). Программа HFSS рассчитывает импедансные частотные характеристики и характеристики излучения в каждой частотной точке. Перерасчёт коэффициента отражения S11 и КСВ выполняется по формуле:  $S11 = (КСВ - 1) / (КСВ + 1)$ . Результаты расчёта и измерения параметра  $|S11|$  показаны на рисунке 8.

### РАСЧЁТ ХАРАКТЕРИСТИК ДАЛЬНОГО ПОЛЯ ЛОГОСПИРАЛЬНОЙ АНТЕННЫ

Комплекс HFSS ANSYS в настоящее время обладает возможностями решения мультифизических задач. Добавлена также возможность решить одну задачу различными методами (например, методом конечных элементов и методом интегральных уравнений). Для расчёта характеристик дальнего поля логоспиральной антенны выберем метод интегральных уравнений, поскольку для этого метода требуется меньше компьютерных ресурсов.

Частотные свойства широкополосной антенны оцениваются, в основном, её согласованием в широком диапазоне частот и стабильностью характеристик дальнего поля (коэффициента направленного действия, осевого отношения, фазового центра и др.). Частотные характеристики дальнего поля, рассчитанные в каждой частотной точке, показаны на рисунке 9 (осевое отношение, AR) и рисунке 10 (коэффициент направленного действия, КНД). Из рисунка 9 видно, что в диапазоне 1...14 ГГц осевое отношение, оценивающее круговую поляризацию логоспиральной антенны, < 3. Это хороший результат. Частотные зависимости КНД в направлении оси излуче-

ния показаны на рисунке 10, а в трёхмерном представлении для частот от 1 до 10 ГГц – на рисунке 11, на котором видно, что излучение в направлении оси Z меняется мало, но форма трёхмерной ДН претерпевает значительную деформацию. Исследование характеристик дальнего поля логоспиральной антенны выполнено в безэховой камере. Крестиками на рисунках отмечены результаты измерений параметров в отдельных точках частотного диапазона.

### Выводы

Характеристики логоспиральной антенны позволяют использовать её в навигации. В широком диапазоне углов излучения и рабочих частот логоспиральная антенна имеет круговую поляризацию. Моделирование такой сложной широкополосной антенны, размеры которой превышают длины волн рабочего (сантиметрового) диапазона, выполненное с помощью комплекса HFSS ANSYS, показало качественное и количественное совпадение расчётных и измеренных характеристик антенны.

### ЛИТЕРАТУРА

1. *Dyson J.D.* The Unidirectional Equiangular Spiral Antenna. University of Illinois. Antenna Lab. Tech. Rep. № 33. Ohio. July 10. 1958.
2. [www.ets-lindgren.com](http://www.ets-lindgren.com). Производитель конических логоспиральных антенн.
3. [www.ansys.com](http://www.ansys.com). Разработчик системы HFSS ANSYS.
4. *Zhen-Yu Zhang, Yong-Xin Guo, L.C. Ong, M.Y.W. Chia.* A New Planar Marchand Balun. IEEE Transactions. On MTT-53. № 4. 2005.
5. *Банков С.Е., Гутцайт Э.М., Курушин А.А.* Решение оптических и СВЧ-задач с помощью HFSS. М. «Оркада». 2012. 240 с. ©

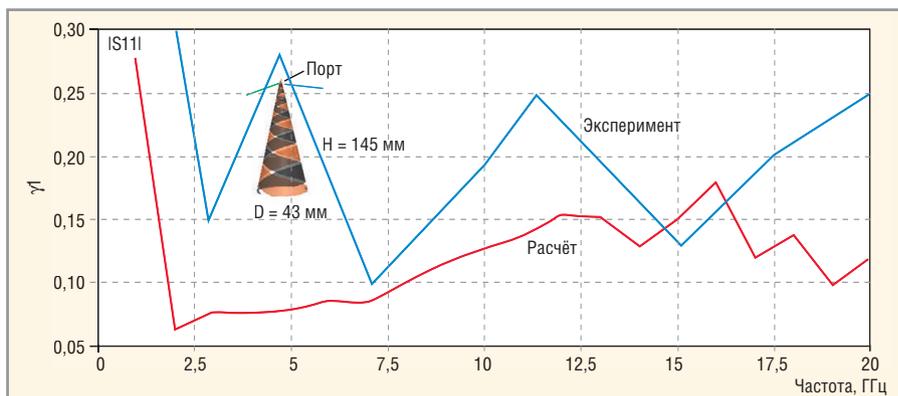


Рис. 8. Частотная характеристика IS111 логоспиральной антенны



Рис. 9. Осевое отношение логоспиральной антенны в диапазоне частот 1...20 ГГц

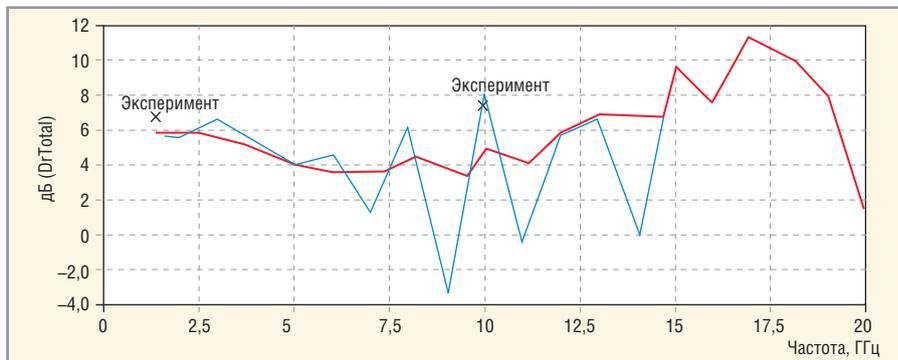


Рис. 10. Коэффициент направленного действия логоспиральной антенны в направлении главного максимума ДН в диапазоне частот 1...20 ГГц

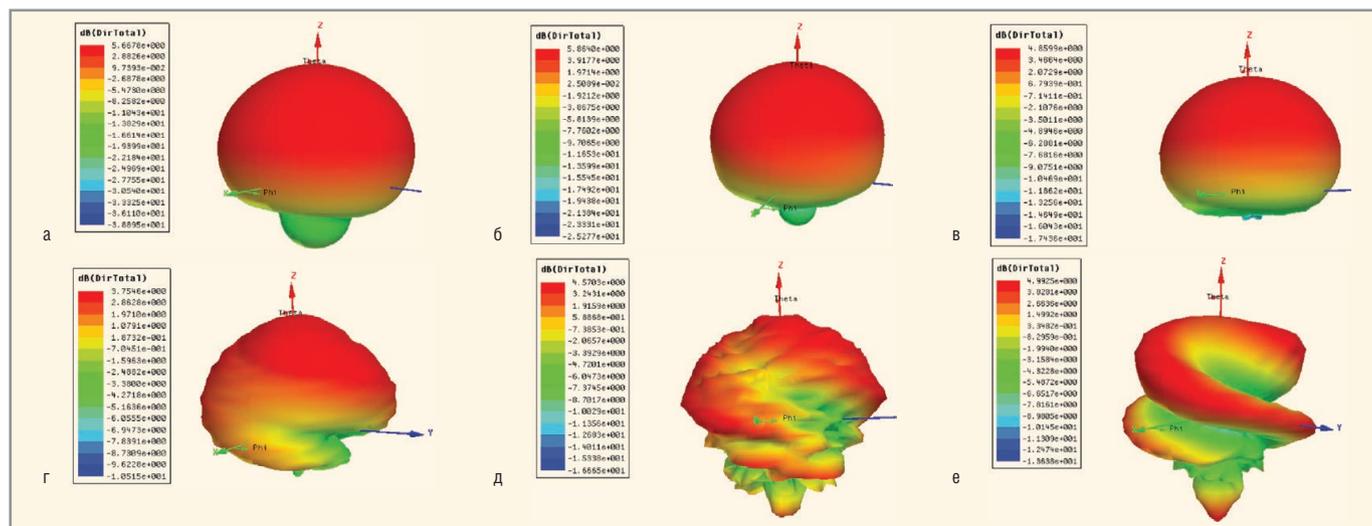


Рис. 11. Изменение формы 3D-диаграммы направленности логоспиральной антенны в диапазоне частот 1...10 ГГц: а – 1 ГГц; б – 2 ГГц; в – 4 ГГц; г – 6 ГГц; д – 8 ГГц; е – 10 ГГц.

# OrCAD PCB Designer Standard – лучший редактор печатных плат для профессионалов

Анатолий Сергеев (Москва)

OrCAD PCB Designer Standard является наилучшей программой для проектирования печатных плат малой и средней сложности. Она имеет давнюю историю и получила широкое распространение в мире благодаря удобству и функциональности.

Российским разработчикам давно известна программа OrCAD как одна из самых удобных и производительных САПР электроники. Схемотехнический редактор OrCAD Capture практически сразу после своего появления приобрёл широкую популярность, как более удобный и функциональный по отношению к P-CAD Schematic. Некоторые использовали и до сих пор используют связку OrCAD Capture с P-CAD PCB. Как система моделирования OrCAD PSpice A/D не имеет себе равных и является своеобразным эталоном в области разработки электрических принципиальных схем. Частью технологии OrCAD является мощная система автоматической трассировки SPECCTRA (класс систем проектирования печатных плат, в основе алгоритмов которых лежит так называемая бессеточная техника размещения компонентов и трассировки

проводников). Сегодня OrCAD представляет собой единое целое в сквозном маршруте разработки печатных плат и входит в состав САПР верхнего уровня Allegro PCB Designer. OrCAD и Allegro объединяет мощный редактор топологии и система контроля ограничений на плате Constraint Manager. Всего сейчас доступно две основные лицензионные конфигурации для сквозного маршрута разработки печатных плат: OrCAD PCB Designer Standard и OrCAD PCB Designer Professional.

OrCAD PCB Designer Standard является наилучшим выбором для разработчиков печатных плат. Это самый недорогой и функциональный программный пакет на рынке профессиональных САПР начального уровня. Он содержит в себе все необходимые инструменты для проектирования печатных плат малой и средней сложности.

## СХЕМОТЕХНИЧЕСКИЙ РЕДАКТОР ORCAD CAPTURE

В состав OrCAD PCB Designer Standard входит схемотехнический редактор OrCAD Capture и редактор топологии OrCAD PCB Editor. OrCAD Capture – это один из самых популярных редакторов электрических принципиальных схем. Почти каждая вторая схема в мире была создана в OrCAD Capture (см. рис. 1). Такое широкое распространение редактор получил благодаря своей простоте, широким возможностям и полной интеграцией с системой аналого-цифрового моделирования OrCAD PSpice A/D – эталоном среди подобных систем. Редактор очень популярен среди российских инженеров. В России издано немало книг по OrCAD на русском языке.

На сегодняшний день OrCAD Capture также входит в состав САПР печатных плат верхнего уровня Cadence Allegro PCB Designer, которая предназначена для разработки сложных высокоскоростных устройств. Помимо этого OrCAD Capture поддерживает генерацию списка цепей в более чем 30 различных форматах, что обеспечивает связь со сторонними САПР от Mentor,

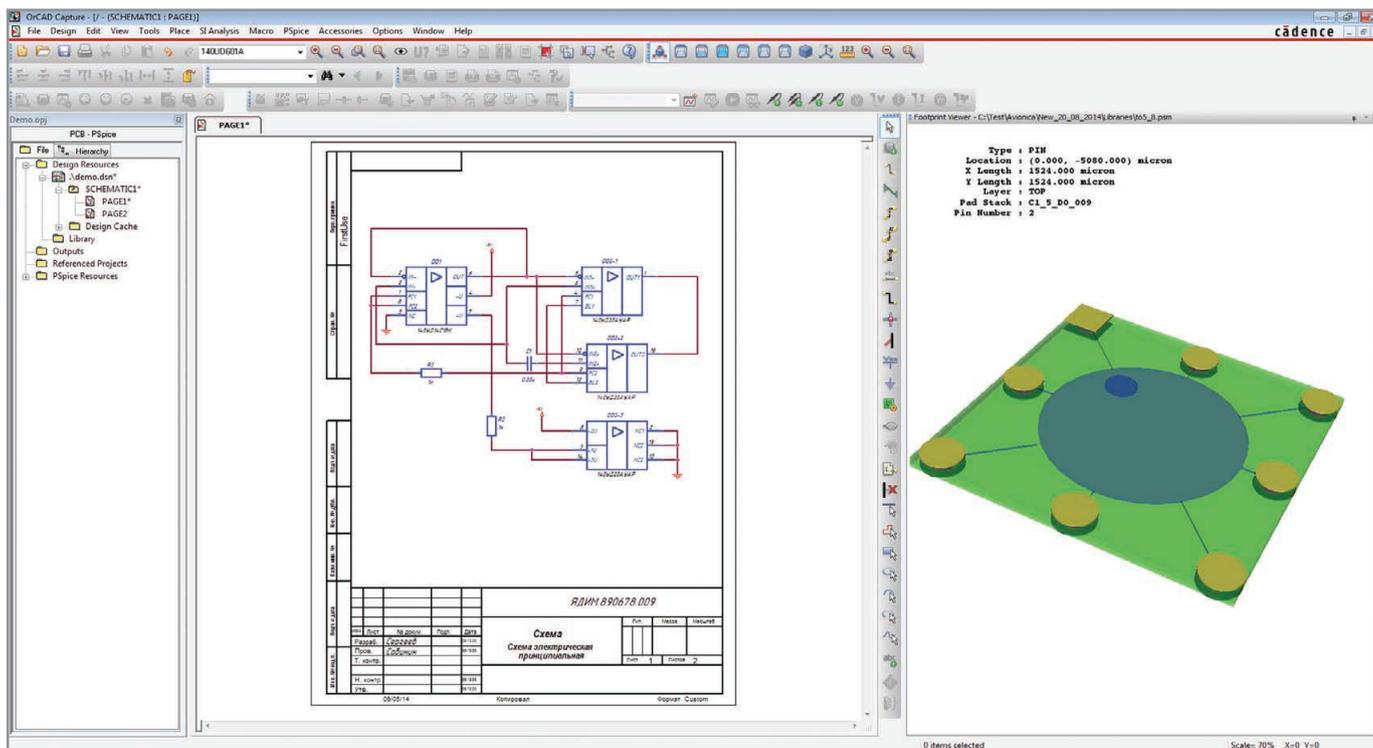


Рис. 1. Окно редактора OrCAD Capture

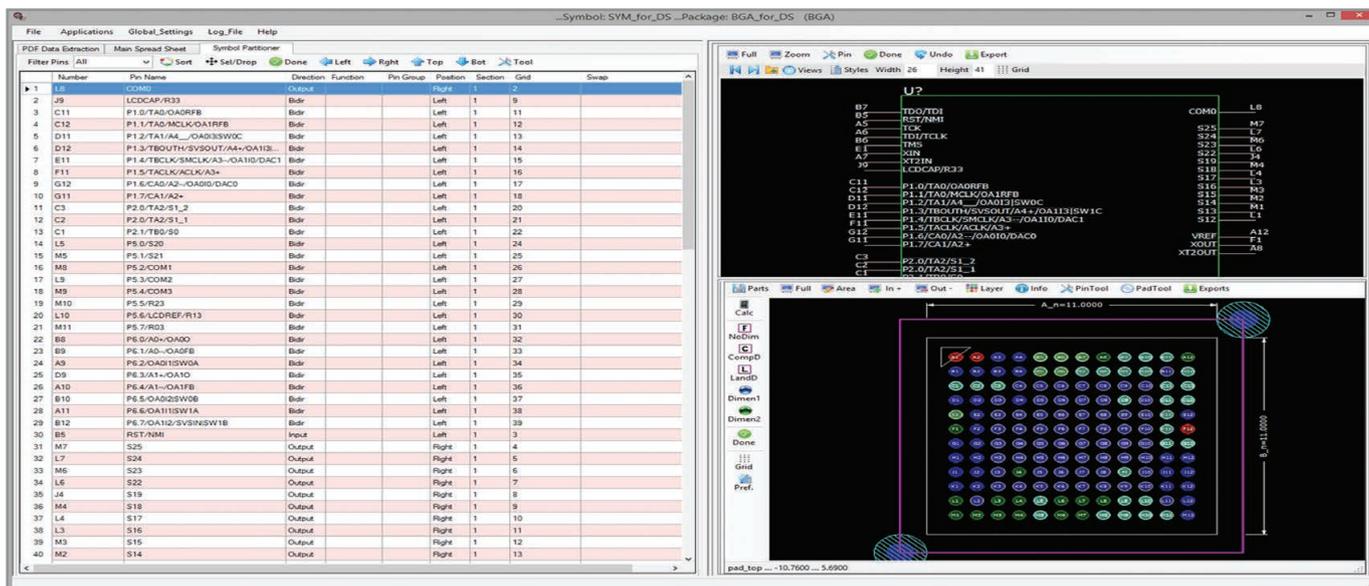


Рис. 2. Окно программы OrCAD Library Builder

Zuken, Altium и др. В программе можно работать как с простыми многослойными схемами, так и со сложными иерархическими проектами. OrCAD Capture содержит готовые библиотеки, в состав которых входят 80 тысяч компонентов. Порядка 17 тысяч компонентов имеют готовые PSpice модели.

Многие известные мировые производители электронных компонентов, такие как Texas Instruments, Analog Devices, STMicroelectronics, Maxim Integrated, Infineon выкладывают на своих сайтах библиотеки и схемы в формате OrCAD Capture, в том числе PSpice модели. OrCAD Capture может быть допол-

нен системой ведения БД электронных компонентов Component Information System. Эта система позволяет снять многие вопросы, связанные с единой организацией и контролем доступа к библиотекам компонентов предприятия для разработчиков печатных плат.

## Ищете недорогую САПР печатных плат?

# OrCAD™ Standard

CADENCE PCB SOLUTIONS



- редактор схем Capture
- редактор топологии PCB Editor

Всего за **99000\*** рублей

Техподдержка    Обучение    Дизайн-проекты  
+7 (495) 943-50-32, [www.orcada.ru](http://www.orcada.ru)

**оркада**

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР

\*Указана окончательная цена на одну лицензию, без учета НДС. Срок действия цены с момента публикации до 31.12.2014 г. Подробности на сайте [www.orcada.ru](http://www.orcada.ru)

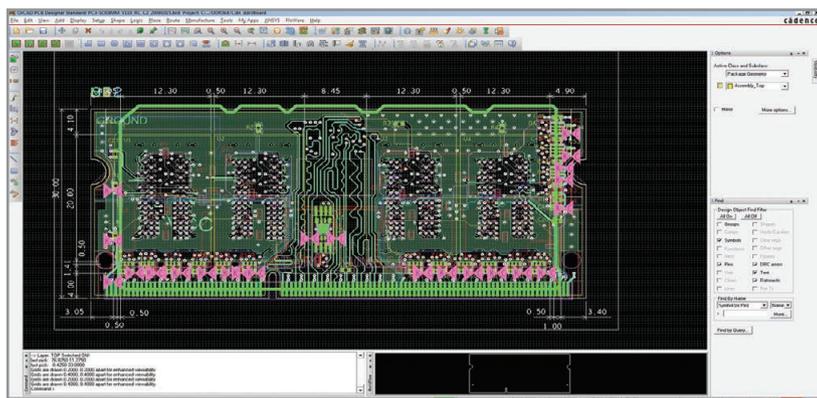


Рис. 3. Окно редактора OrCAD PCB Editor

### РЕДАКТОР ТОПОЛОГИИ OrCAD PCB ЭДИТОР

OrCAD Capture тесно интегрирован с редактором OrCAD PCB Editor на уровне механизмов перекрестного захвата и выделения компонентов и цепей. Из Capture в PCB Editor также можно передавать правила проектирования топологии, такие как ширина трассы, расстояние между трассами, классы цепей. В Cadence Allegro есть возможность передавать высокоскоростные правила, такие как импеданс, задержка распространения сигнала, правила дифференциальных пар и многое другое. OrCAD Capture также может быть дополнен мощным редактором библиотек компонентов OrCAD Library Builder, который за считанные минуты позволяет создать компонент, посадочное место и 3D-модель (см. рис. 2). Для организации групповой работы инженеров с администрированием проек-

тов и библиотек поставляется специальный модуль OrCAD Engineering Data Management.

OrCAD PCB Editor – это редактор топологии, который является частью всей линейки продуктов Cadence OrCAD и Allegro (см. рис. 3). Он входит в состав OrCAD PCB Designer Standard/Professional и Allegro PCB Designer (система проектирования высокоскоростных печатных плат высшего уровня с широкими возможностями масштабирования). Возможности редактора меняются в зависимости от того, в какой лицензионной конфигурации работает пользователь. OrCAD PCB Editor имеет абсолютно одинаковый интерфейс и все базовые возможности Allegro PCB Editor, в том числе мощный менеджер ограничений, который контролирует правила проектирования в реальном времени Constraint Manager.

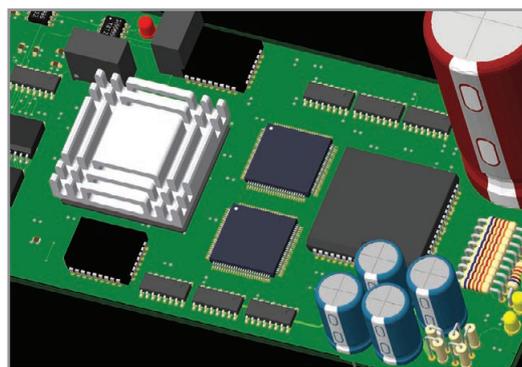


Рис. 4. Отображение полной 3D STEP модели печатной платы в OrCAD PCB Editor

Редактор содержит мощную и продуманную систему управления объектами топологии. Практически каждая команда имеет несколько вариантов выполнения в зависимости от ситуации в проекте, что значительно ускоряет работу инженера. В редакторе одна из самых мощных систем работы с полигонами. OrCAD PCB Editor позволяет добавлять в библиотеки и на плату полные 3D-модели компонентов в формате STEP (см. рис. 4). Помимо этого поддерживается новейший формат обмена данными с механическими САПР IDX, который имеет целый ряд преимуществ перед традиционным форматом IDF.

Для подготовки документации OrCAD PCB Editor может быть дополнен новейшей программой OrCAD Documentation Editor, которая значительно упрощает данную работу и экономит время разработчика (см. рис. 5).

Как было сказано выше, редактор OrCAD PCB Editor может быть дополнен программой автоматической трассировки SPECSTRA, признанным лидером среди этого класса программ. При проектировании контролируются правила DFF, DFA, DFM, DFT. Производственная информация генерируется в популярных и проверенных форматах данных – GERBER RS274X, Fabmaster, ODB++ и других. Поддерживается ультрасовременный независимый формат производственных данных – IPC2581. Особенность его состоит в том, что вся информация для производства, сборки и тестирования хранится в одном файле. Нет необходимости передавать множество различных файлов, когда существует риск потери данных или их неполного соответствия.

### ЛИТЕРАТУРА

1. OrCAD Capture User Guide. Product Version 16.6. Cadence Help. 2012. October.
2. www.cadence.com.
3. www.orcad.com.

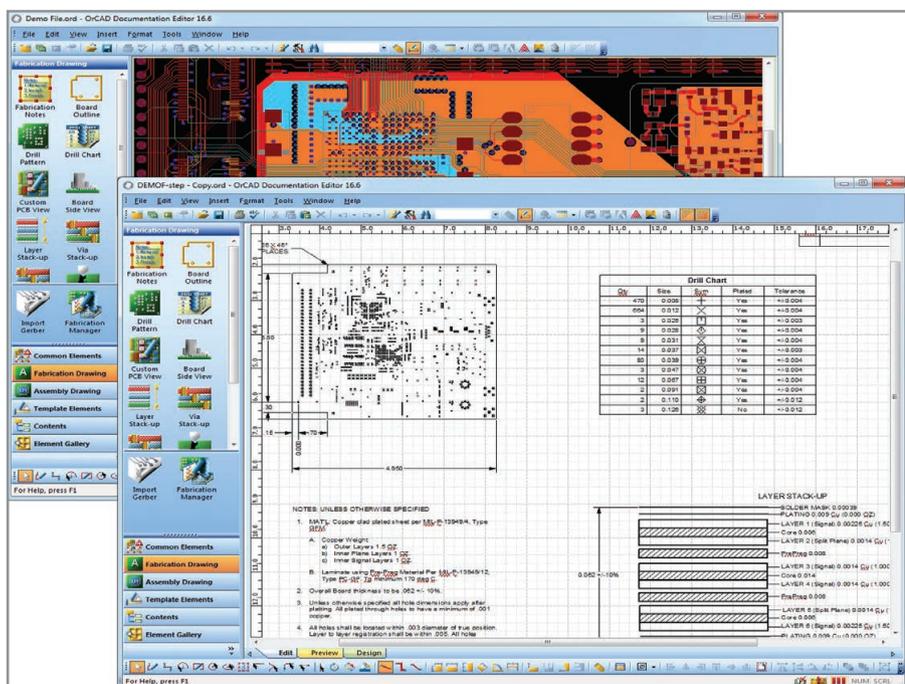


Рис. 5. Окно программы OrCAD Documentation Editor



ЛАМИНАРНЫЕ СИСТЕМЫ  
**LAMSYS**

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

# ЛАМИНАРНЫЕ УКРЫТИЯ

С ВЕРТИКАЛЬНЫМ НИСХОДЯЩИМ ПОТОКОМ ВОЗДУХА

# ФРЕТЕН

РАЗРАБОТАНО ДЛЯ СБОРКИ ЛАЗЕРНЫХ РЕЗОНАТОРОВ



Чёрная светопоглощающая поверхность рабочей камеры и тонированное фронтальное стекло исключают попадание прямого света и возникновение бликов.

На задней стенке рабочей камеры встроен дополнительный осветитель для просмотра оптических деталей и узлов «на просвет» и определения внутренних дефектов стекла, например свилей и пузырей.

Под столешницей – выдвижной блок с ячейками для хранения инструментов.

**Класс чистоты в рабочей зоне 5100 по ГОСТ ИСО 14644-1-2002**

- Низкий уровень энергопотребления.
- Низкий уровень акустических шумов и помех.
- Гарантированный нисходящий ламинарный воздушный поток в рабочей зоне укрытия.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ОПЦИИ:



- Фронтальное стекло может быть изготовлено с прорезью под микроскоп. Наличие, форма и расположение прорези согласовываются с Заказчиком дополнительно.
- Кран-газ. Кран-вакуум. Краны могут быть установлены в уже эксплуатируемый бокс.
- Встроенные разъёмы (RS, USB, Ethernet, HDMI, DisplayPort, DVI и т.н.) для подключения различных периферийных устройств.
- Дополнительный блок розеток или розетки с разъёмами для подвода специального напряжения (5 В, 36 В и т.д.)



[www.lamsys.ru](http://www.lamsys.ru)

**ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ  
ЧИСТЫЕ ЗОНЫ  
ЧИСТЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОДЕЖДА**

Россия, 456300, Челябинская обл.,  
г. Миасс, Тургорякское шоссе, 2/4  
Телефон/факс: (3513) 544-744, 544-755  
sale@lamsys.ru  
Представитель в Москве:  
тел./факс: (925) 508-71-26, (901) 547-84-03

# Модуль на малошумящих полевых транзисторах для обработки сигналов лавинных фотодиодов

**Олег Дворников, Владимир Чеховский, Валентин Дятлов (г. Минск, Беларусь), Николай Прокопенко (г. Шахты, Россия)**

На основе модернизированной аналоговой ИС для датчиков космической аппаратуры и малошумящих полевых транзисторов с р-п-переходом и каналом n-типа разработан электронный модуль обработки сигналов лавинных фотодиодов, содержащий зарядочувствительный усилитель и активный полосовой фильтр. Наименьший эквивалентный шумовой заряд модуля достигнут с транзистором типа KS363V и составляет 292 эл.+1,9 эл./пФ при времени пика 2,2 мкс. Приведены схемные решения и результаты измерений.

## ВВЕДЕНИЕ

Анализ параметров современных фотоприёмников показал, что во многих случаях реализация оптико-электронных устройств, регистрирующих десятки фотонов, целесообразна на основе лавинного фотодиода (ЛФД) и малошумящей считывающей электроники [1]. Ранее авторами статьи были разработаны и экспериментально исследованы электронные модули CRP-MDL-1 и CRP-MDL-2, предназначенные для обработки сигналов ЛФД [2, 3] и использующие аналоговую ИС для датчиков космической аппаратуры [4].

Анализ измерений выявил недостаточно эффективную обработку сигналов ЛФД с большой внутренней ёмкостью ( $C_D$ ) из-за повышенного уровня шумов, который для зарядочувствительного усилителя (ЗЧУ) характеризуется зависимостью эквивалентного шумового заряда (ENC, Equivalent Noise Charge) от ёмкости, соединённой с входом. Под эквивалентным

шумовым зарядом понимается входной заряд, вызывающий на выходе системы сигнал, равный среднеквадратическому значению напряжения шумов. Обычно величина ENC описывается среднеквадратическим значением заряда, выраженным в количестве электронов (эл.).

Изучение передовых изделий данного класса показало, что предельно малый уровень шумов обычно достигается за счёт применения дискретного малошумящего полевого транзистора с р-п-переходом и каналом n-типа (n-ПТП). В этом случае минимизация шума возможна за счёт ёмкостного согласования n-ПТП и ЛФД (желательно, чтобы входная ёмкость транзистора была равна ёмкости ЛФД) и охлаждения транзистора. Примером таких устройств являются гибридные ИС фирмы Amptek (США) [5–8].

Целью настоящей статьи является анализ схемы и параметров электронного модуля обработки сигналов ЛФД, созданного на основе модернизированной аналоговой ИС для датчиков космической аппаратуры и малошумящих дискретных n-ПТП.

## ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОННОГО МОДУЛЯ

Для создания устройства обработки сигналов ЛФД с предельно низким уровнем ENC были выполнены следующие работы:

- модернизирована аналоговая ИС для датчиков космической аппаратуры [4], в которой операционные усилители (ОУ) U1A и U1B заменены на входной каскад CSP-Stage2

(см. рис. 1), а ОУ U2A, U2B и U2C, входящие в инструментальный усилитель, в новой ИС (см. рис. 2) выполнены в виде отдельных компонентов;

- разработана электрическая схема модуля (см. рис. 3), предусматривающая возможность подключения дискретных транзисторов;
- исследованы характеристики модуля при использовании n-ПТП с различной входной ёмкостью (см. таблицу).

Структурная схема модернизированной ИС приведена на рисунке 2. Она содержит два входных каскада CSP-Stage2-1, CSP-Stage2-2, работающих с внешним n-ПТП, два инвертирующих усилителя напряжения U4A, U4B с головным малошумящим p-ПТП и токовым аттенуатором [4], три ОУ (U2A, U2B и U2C) с резистором 9,2 кОм в цепи отрицательной обратной связи, и блоки U3B, U3C, задающие рабочий режим.

При подключении к выводу IN блока CSP-Stage2 стока внешнего n-ПТП, исток которого соединён с шиной нулевого потенциала, а затвор – с входом, и соединении выводов REF и ADD полученная схема представляет собой «перегнутый» каскод, в котором транзистор Q1 включён с общей базой, а усиление по напряжению определяется крутизной внешнего n-ПТП и суммарным сопротивлением всех параллельных цепей, соединённых с высокоимпедансным узлом – коллектором Q1.

Канал обработки сигнала фотодиода, реализованный в электронном модуле (см. рис. 3), включает:

- ЗЧУ на CSP-Stage2-2, J<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>;
- дифференцирующую цепь R<sub>1</sub>C<sub>1</sub> с «компенсацией полюса нулём» резистором R<sub>2</sub>;
- последовательно соединённые активные интеграторы: первый (C<sub>6</sub>, R<sub>11</sub>, U4A), второй (C<sub>3</sub>, R<sub>5</sub>, U2B), третий (C<sub>4</sub>, R<sub>7</sub>, U2A) и четвёртый (C<sub>5</sub>, R<sub>8</sub>, U2C).

Таким образом, канал обработки образуют последовательно соединённые ЗЧУ и активный полосовой фильтр типа CR-RC<sup>1</sup>.

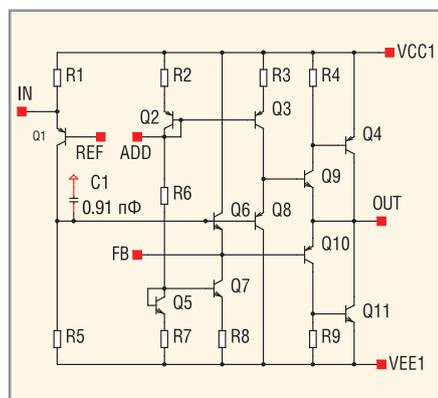


Рис. 1. Электрическая схема входного каскада CSP-Stage2 микросхемы

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Измерения характеристик электронного модуля выполнялись с помощью комплекта оборудования, включающего:

- цифровой осциллограф Agilent MSO 6052A или Infiniium HP 54830B;
- выносной пробник 10073C;
- генератор сигналов произвольной формы Agilent 33250A;
- аттенуатор Agilent 8494G;
- двухканальный источник питания Agilent E3646;
- интерфейсный модуль USB – GPIB Agilent 82357B;
- систему сбора данных Agilent 34970A с набором управляющих модулей;
- персональный компьютер;
- импульсный калибратор И1-15;
- делитель напряжения ДН-1.

Оборудование было объединено в систему с помощью шины GPIB. Управление осуществлялось посредством разработанного в среде Agilent VEE специализированного программного обеспечения для автоматизированного измерения характеристик ИС. Полученные данные записывались

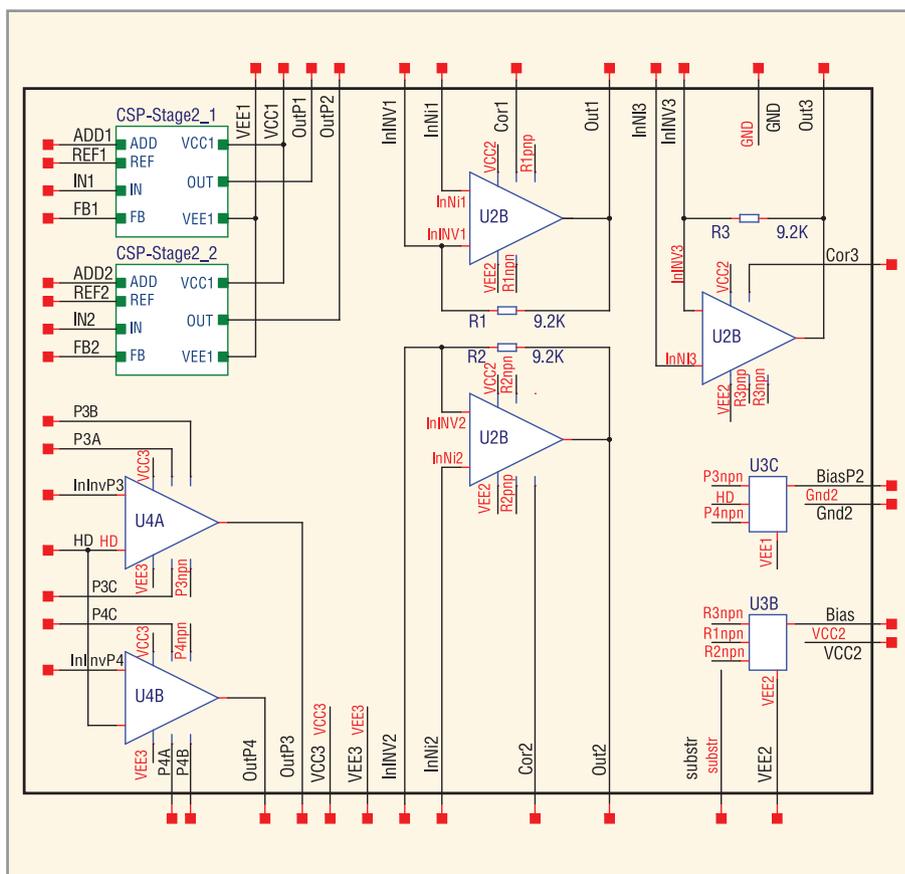


Рис. 2. Структурная схема ИС

# PROCHIP

POWERED BY PROSOFT

Активный компонент вашего бизнеса

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



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



Реклама

BULGIN

Grayhill

HARTING  
 Pushing Performance

SHARP

anadigm

International  
 IOR Rectifier

Switchcraft

SEMILEDs

RFHIC  
 www.rfhic.com

CREE

LUMINEQ  
 POWERED BY ROHM

AVO

XP Power

MICROMETALS

MPS

RAYSTAR  
 OLED Display Provider

PHILIPS  
 LUMILEDS

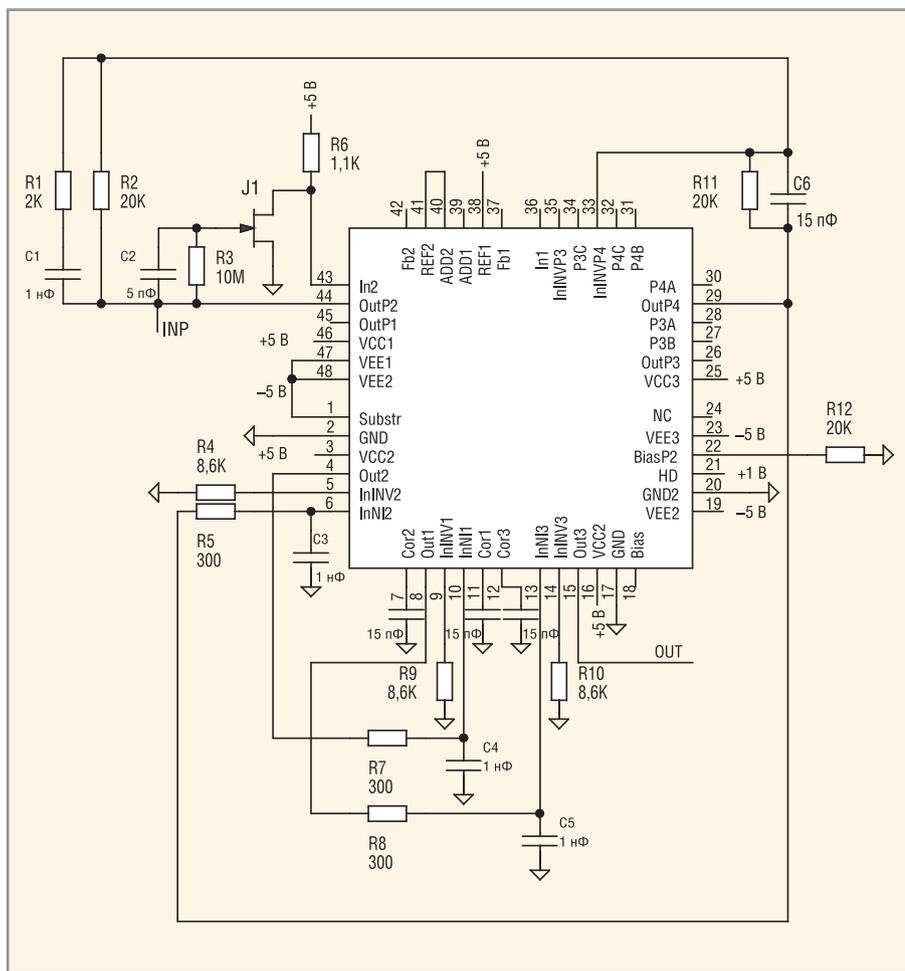


Рис. 3. Упрощённая электрическая схема электронного модуля обработки сигналов ЛФД

в текстовый файл, дальнейшая обработка которого производилась в среде MS EXCEL с помощью стандартных средств и специализированных программ (макросов).

В результате измерений установлено, что шумы электронного модуля с разными транзисторами описываются следующими соотношениями:

- для ПТП типа КП303 – 448 эл.+ + 29,5 эл./пФ при времени пика  $T_p = 1,5$  мкс;
- для ПТП типа IF140 – 421 эл.+ + 14,1 эл./пФ при  $T_p = 1,5$  мкс;
- для ПТП типа KS152 – 223 эл.+ + 5,0 эл./пФ при  $T_p = 1,4$  мкс;
- для ПТП типа KS152 – 226 эл.+ + 3,8 эл./пФ при  $T_p = 2,1$  мкс;

- для ПТП типа KS363V – 321 эл.+ + 2,3 эл./пФ при  $T_p = 1,5$  мкс;
- для ПТП типа KS363V – 292 эл.+ + 1,9 эл./пФ при  $T_p = 2,2$  мкс.

Анализ результатов измерений показал, что наименьший уровень шумов для ЛФД с большой ёмкостью обеспечивает применение транзистора KS363V при  $T_p = 2,2$  мкс, а для ЛФД с малой ёмкостью – транзистора KS152 при  $T_p = 1,4$  мкс.

Результаты измерений характеристик электронного модуля также иллюстрируют рисунки 4–10, на которых приведены:

- формы выходных сигналов при использовании головных транзисторов КП303, IF140, KS152, конкретной величине входного заряда ( $Q_{IN}$ ) и разных  $C_D$ ;

**Типовые параметры n-ПТП, использованных в электронном модуле**

Параметр	Тип транзистора			
	IF140A	2SK152	2SK363	HT009
Напряжение отсечки, В	от -0,5 до -6,0	от -0,55 до -2,0	от -0,3 до -1,2	от -1,0 до -7,0
Максимальный ток стока, mA	5,0...15,0	9,5...42,0	5,0...30,0	до 20,0
Крутизна, mA/V	>4,5	>21,0	>25,0	10,0...30,0
Входная ёмкость, пФ	<3,0	<9,0	75,0	нет данных

- зависимости ENC от внутренней ёмкости  $C_D$  при различном времени пика выходного сигнала ( $T_p$ ).

Рисунки 4–10 можно скачать единым архивом из интернет-приложения к статье на интернет-странице журнала ([www.soel.ru](http://www.soel.ru)).

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Разработан электронный модуль обработки сигналов ЛФД, состоящий из зарядочувствительного усилителя и активного полосового фильтра со структурой CR-RC<sup>4</sup>. Модуль преобразует короткие токовые импульсы в выходное напряжение и характеризуется малым уровнем собственных шумов, определяемым, в основном, внешним полевым транзистором. Для ЛФД с большой ёмкостью целесообразно применять ПТП типа KS363V, для которого уровень шумов описывается соотношением 292 эл.+1,9 эл./пФ при времени пика 2,2 мкс.

Низкий уровень шумов модуля позволяет эффективно регистрировать токовые импульсы различных ЛФД, кремниевых и газовых детекторов частиц и ионизирующих излучений и других ёмкостных датчиков.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Дворников О.В. Средства регистрации импульсного видимого излучения малой интенсивности. Часть 1: Особенности и возможности многоканальных фотоприёмников с внутренним усилением. Приборы и методы измерений. № 2 (5). 2012. С. 5–13.
2. Дворников О.В. Электронный модуль обработки сигналов лавинных фотодиодов. Инженерный вестник Дона. № 4 (часть 2). 2012. <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1338>.
3. Дворников О.В. Малощумящий электронный модуль обработки сигналов лавинных фотодиодов. Приборы и методы измерений. № 2 (7). 2012. С. 42–46.
4. Дворников О.В. Универсальная аналоговая микросхема для датчиков космической аппаратуры. Современная электроника. №3. 2011. С. 56–65.
5. Charge Sensitive Preamplifier. A-250. A New State-of-the-Art. <http://www.amptek.com>.
6. A250 Application Notes. (AN250-2, Revision 3). <http://www.amptek.com>.
7. Pulse Amplifier A275. <http://www.amptek.com>.
8. Pulse Amplifier A275FC, A275FN. <http://www.amptek.com>.

## Новости мира

### Итоги заседания Совета директоров ОАО «РОСНАНО»

На заседании Совета директоров ОАО «РОСНАНО», в частности, была заслушана информация о выходе из инвестиционного проекта «Внедрение в розничной торговле технологии радиочастотной идентификации (RFID), использующей нанотехнологические решения». Правление ООО «УК «РОСНАНО» ранее приняло решение о выходе РОСНАНО из проекта, так как по объёму финансирования он находится в компетенции Правления.

В ходе реализации проекта были разработаны инновационные технические решения для применения технологии радиочастотной идентификации RFID в продуктовой рознице и логистике. Эти решения прошли тестирование на базе магазина в центральном офисе X5 Retail Group. Результаты разработок в качестве интеллектуальной собственности принадлежат учредителям проекта – ОАО «РОСНАНО», ОАО Ситроникс и ЗАО «ТД Перекрёсток». РОСНАНО планирует активно использовать наработанную интеллектуальную собственность в широком круге проектов в области применения RFID.

Совет директоров принял решение внести изменения в основные параметры реализации инвестиционного проекта «MRAM: создание производства магниторезистивной оперативной памяти в России».

В частности, были уточнены инструменты финансирования портфельных компаний без изменения общего бюджета проекта. Как уже сообщалось, предоставляемое финансирование пойдёт на завершение создания на площадке ООО «Крокус Нанозлектроника» полного производственного цикла по выпуску ячеек магнитной памяти на стандартных КМОП-пластинах.

[www.rusnano.com](http://www.rusnano.com)



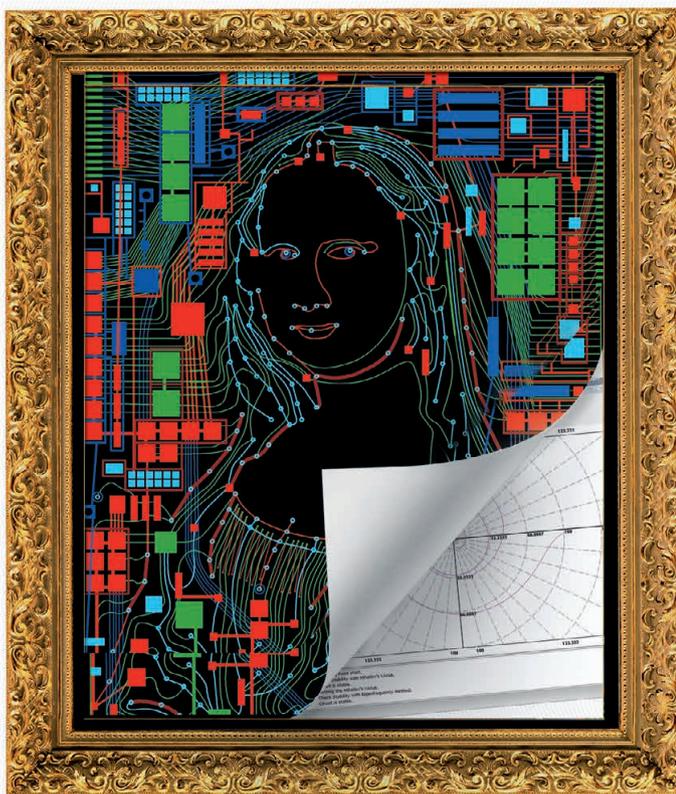
# РОСНАНО

ФОНД ИНФРАСТРУКТУРНЫХ  
И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ



Инновационный подход к проектированию электроники

## САПР



Вер. 6.1 NEW

Топологический  
трассировщик  
печатных плат



Вер. 2.0

Пакет моделирования  
электронных схем



[info@eremex.ru](mailto:info@eremex.ru) • [www.eremex.ru](http://www.eremex.ru)

Москва, ул. Профсоюзная, д. 108  
Тел.: +7 (495) 232-18-64

Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, д. 29А  
Тел.: +7 (812) 448-04-44

Реклама

## Новости мира News of the World Новости мира

### Новая линия производства теплоотводящих элементов из поликристаллического алмаза от Росэлектроники

В рамках работы выставки ВУЗПРОМЭКСПО ОАО «НПП «Исток им. Шокина» (входит в холдинг «Росэлектроника» Госкорпорации Ростех) совместно с Российской академией наук Российской Федерации представили новое производство теплоотводящих элементов из поликристаллического алмаза.

Эта уникальная разработка позволит решить вопросы импортозамещения при создании активных компонентов изделий электронной техники.

«Новое производство позволит решить приоритетные задачи социально-экономического развития и обеспечения национальной безопасности Российской Федерации. Данная технология позволит усовершенствовать современные образцы электроники, в том числе уменьшит её массогабариты», – отметил генеральный директор ОАО «Росэлектроники» Андрей Зверев.

Данное производство было разработано в рамках выполнения Федеральной целевой

программы «Развитие электронной компонентной базы и радиоэлектроники» на 2008–2015 годы».

Внедрены новая технология лазерной резки поликристаллических алмазных пластин, новые диэлектрические материалы и подложки из поликристаллического алмаза с повышенной теплопроводностью и электропроводностью. Техническим результатом изобретения является повышение надёжности и выходной мощности полупроводникового прибора за счёт снижения внутренних напряжений и повышения эффективности отвода тепла.

Использование алмазных подложек в качестве изолирующего теплоотвода позволит поднять мощностные характеристики приборов за счёт уменьшения теплового сопротивления и увеличения предельного тока и рассеиваемой мощности в 2 раза.

Поликристаллический алмаз имеет и свои преимущества: возможность выращивания изделий заданной формы и больших размеров, высокая воспроизводимость физических параметров вследствие тщательного

контроля условий роста и чистоты используемых газов.

Также в рамках выставки холдинг Росэлектроника представил технологическую платформу «СВЧ техника», где демонстрировались инспекционно-досмотровые комплексы, дефектоскопы и контрольно-измерительное устройство для нефтегазовой промышленности и иные инновационные образцы предприятий ОАО «НИИ СВТ им. С.А. Векшинского», ОАО «Феррит-Домен», ОАО «НПП «Исток» им. А.И. Шокина», ОАО «НПП «Контакт», ОАО «ОНИИП», ФГУП «НПП Торий».

[www.ruselectronics.ru](http://www.ruselectronics.ru)

### Медведев предложил подумать об отмене пошлин на оборудование для производства чипов

Премьер-министр РФ Дмитрий Медведев предложил некоторые способы поддержки отечественных производителей микроэлектроники, включая отмену пошлин на импорт оборудования и преференции при госзакупках.

Новое поколение GaN транзисторов

**CREE**

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

**ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ CREE (MICROWAVE)**

**ProCHIP**  
POWERED BY ProSOFT

Активный компонент вашего бизнеса

ТЕЛ.: (495) 232-2522 / ФАКС: (495) 234-0640 / INFO@PROCHIP.RU / WWW.PROCHIP.RU

Реклама

Новости мира News of the World Новости мира



Российские производители микроэлектроники могут получить возможность беспослинного ввоза промышленного оборудования и комплектующих, упрощённые процедуры таможенного оформления и преференции при госзакупках. Об этом премьер-министр РФ Дмитрий Медведев сообщил на совещании о перспективах развития отечественной микроэлектроники, которое прошло в подмосковной резиденции «Горки».

«Можно подумать об отмене ввозных пошлин на это оборудование» (предназначенное для микроэлектронного производства), – сказал премьер-министр на совещании. – Это не решение, это лишь предложение обдумать различные варианты стимулирования отечественной микроэлектроники».

«Необходимо решить, какие преференции необходимы отечественным производителям

при проведении конкурсов по госзакупке», – сказал Медведев. Речь идёт о микрочипах для паспортно-визовых документов, банковских картах, радиометках для контроля грузов и другой микроэлектронной продукции.

Глава правительства указал на то, что в России существуют конкурентоспособные предприятия микроэлектроники, но они выпускают продукцию военного назначения. Что же касается гражданского сегмента, то в нём проектов не очень много.

В прошлом году объём российского рынка микроэлектроники составил 1 трлн руб. По сравнению с 2012 годом он показал «определённый рост», но в основном пришёлся на продукцию военного назначения. «У нас очень мало бизнес-проектов в гражданском сегменте, это наглядно демонстрирует и структура экспорта радиоэлектроники», – сказал Медведев.

По его мнению, дисбаланс обусловлен многолетним отсутствием достаточного финансирования научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР), неполным использованием возможных инструментов господдержки, устаревшим оборудованием

и трудностями коммерциализации (административные и финансовые барьеры), а также недостатком квалифицированных рабочих кадров, в том числе инженеров.

«Для стимулирования рынка микроэлектроники мы должны сосредоточить усилия на продвижении российских товаров гражданского назначения. Прежде всего речь идёт о том, чтобы использовать российские микрочипы в паспортно-визовых документах, миграционных, транспортных, платёжных и других картах. При этом контроль за контрафактной продукцией, движением различных грузов также может осуществляться с помощью российских радиометок. Наши предприятия в целом это делать умеют», – заявил Медведев.

Премьер-министр напомнил, что правительство рассчитывает увеличить отечественный рынок микроэлектроники к 2025 году до 4 трлн руб.

Напомним, Медведев также дал поручение министрам направить в правительство предложения о поддержке отечественного рынка программного обеспечения.

www.cnews.ru

# Уменьшение объёма,

сокращение затрат и повышение эффективности с применением новейших технологий в создании DC/DC-преобразователей



## DC/DC-преобразователи средней и повышенной мощности



### Серия ICH 50–150 Вт

- Диапазоны входных напряжений: стандартный (2:1) и широкий (4:1)
- КПД до 90%
- Диапазон рабочих температур –40...+100°C
- Одноканальные модели с выходными напряжениями от 2,5 до 24 В
- Габариты (Ш×Г×В): 61×57,9×12,7 мм



### Серия IFH 200 Вт

- Диапазон входных напряжений стандартный (2:1)
- КПД до 90%
- Диапазон рабочих температур –40...+100°C
- Одноканальные модели с выходными напряжениями от 2,5 до 48 В
- Габариты (Ш×Г×В): 61×116,8×13,2 мм



### Серия QSB 75–350 Вт

- Диапазоны входных напряжений: стандартный (2:1) и широкий (4:1)
- КПД до 92,5%
- Диапазон рабочих температур –40...+100°C
- Высокая удельная мощность

- Отвод тепла через основание корпуса
- Одноканальные модели с выходными напряжениями от 3,3 до 28 В
- Габариты (Ш×Г×В): 36,8×57,9×12,7 мм; 61×57,9×13,2 мм (QSB150-350)



### Серия QSB600 600 Вт

- Диапазон входных напряжений стандартный (2:1)
- КПД до 92%
- Диапазон рабочих температур –40...+100°C
- Высокая удельная мощность

- Отвод тепла через основание корпуса
- Одноканальные модели с выходными напряжениями от 12 до 32 В
- Габариты (Ш×Г×В): 61×116,8×12,7 мм (формат Full Brick Package)

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ XP POWER



Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru



Реклама

# Aerospace Testing & Industrial Control: 11 лет свершений и побед

Выставка Aerospace Testing & Industrial Control, посвящённая испытательному и контрольно-измерительному оборудованию, стала настоящей бизнес-площадкой для специалистов самых разных отраслей промышленности. В преддверии 11-й по счёту выставки, которая пройдёт 28–30 октября, журнал «Современная электроника» публикует интервью с директором мероприятия Юлией Малининой.

*В этом году выставка Aerospace Testing & Industrial Control проходит 11-й раз. Что она представляет собой сегодня?*

На сегодняшний день выставка Aerospace Testing & Industrial Control, благодаря широкому ассортименту представленной продукции и обширной деловой программе, стала, безусловно, одним из значимых выставочных проектов в России и странах СНГ в области испытательного и контрольно-измерительного оборудования для различных отраслей промышленности. Это эффективная и грамотно организованная бизнес-площадка, предоставляющая возможность производителям, дистрибьюторам и потребителям свободно ориентироваться в постоянно меняющейся рыночной конъюнктуре. За последние годы выставка перешла на качественно новый уровень. Мы удовлетворяем потребности различных групп нашей целевой аудитории, постоянно создавая новые продукты и развивая традиционные.

*Для кого, прежде всего, будет полезно посещение выставки?*

Экспозиция этого года будет интересна представителям промышленных, строительных, экологических, научно-исследовательских лабораторий, сертификационных центров, конструкторских бюро, отделов технического контроля, стандартизации и метрологии. Хочу отметить тот факт, что более



половины опрошенных нами посетителей Aerospace Testing & Industrial Control не посещают другие выставки схожей тематики. Это говорит о том, что именно здесь они могут найти все самое интересное.

*Что нового следует ожидать от выставки 2014 года? Какие изменения на ней произошли?*

Во-первых, смена позиционирования. Название «Aerospace Testing & Industrial Control» лучше отражает идею выставки, так как технологии и оборудование, которое представляют наши экспоненты, применяются не только в аэрокосмической, но и многих других отраслях: металлургии, машиностроении, приборостроении, нефтегазовой, электронной промышленности, автомобилестроении, фармацевтике.

Во-вторых, в этом году Aerospace Testing & Industrial Control пройдёт на одной площадке с двумя другими промышленными выставками нашей компании: выставкой оборудования и технологий обработки металлов и композитных материалов – Mashex и выставкой компрессорной техники, пневматики, трубопроводной арматуры – PCVExpo. Посещая выставку Aerospace Testing & Industrial Control в «Крокус Экспо», можно также ознакомиться и с богатыми инновациями экспозициями выставок Mashex и PCVExpo.

В-третьих, проведение трёх выставок одновременно потребовало большей выставочной площади. В 2014 году выставка Aerospace Testing & Industrial Control, Mashex и PCVExpo будут занимать весь первый павильон МВЦ Крокус-Экспо.

*Какие новые сервисы ждут посетителей в этом году?*

После регистрации на нашем новом сайте [testing-control.ru](http://testing-control.ru) можно распеча-



тать уже готовый бейдж и с ним пройти на выставку. Также у зарегистрировавшегося посетителя появляется доступ к личному кабинету, в котором будет много полезных сервисов: онлайн каталог, возможность предварительного планирования посещения, выбор нужной компании по каталогу продукции. Также будет работать система назначения встреч участникам выставки – инструмент, который позволяет работать на выставке более рационально. Будут и другие инструменты, которые сделают посещение и работу на выставке удобной. Каждый стенд будет оснащён табличкой с QR-кодом, ведущим на страничку компании в интерактивном путеводителе.

*Какова будет деловая программа выставки?*

В рамках выставки состоится научно-техническая конференция «Интеллектуальные системы измерений, контроля, управления и диспетчеризации в промышленности». Посещение для специалистов бесплатно при условии предварительной регистрации. Посетителей также ждут доклады участников и профессиональные семинары.

Одним из новшеств этого года будет конференция «Интеллектуальные системы измерений, контроля, управления и диспетчеризации в промышленности» – конкурса научно-технических работ молодых учёных. Его предназна-

чение заключается в развитии интеллектуального потенциала студентов и аспирантов профильных университетов и предприятий в области разработки и применения испытательного оборудования, систем и технологий авиационно-космической промышленности, промышленной диагностики и контроля, а также выработке умений к самостоятельной научно-технической деятельности исследовательского характера.

*Что, с вашей точки зрения, даёт выставка участникам, и что – посетителям?*

Выставки – это наиболее эффективное средство массовых коммуникаций для установления и поддержания отношений с клиентами. В условиях преобладания информационных технологий выставка является единственным коммуникативным средством, обеспечивающим прямое общение продавца и покупателя. Только на выставке посетители могут задать интересующие вопросы, протестировать и близко ознакомиться с продукцией, а экспоненты могут предоставить им соот-



ветствующие консультации и информацию. Всё это вместе является мощным стимулом для развития бизнеса.

*Ваши пожелания участникам и посетителям Aerospace Testing & Industrial Control 2014.*

Мы желаем участникам, и посетителям успешной работы в течение года и, конечно, рады будем встрече с ними на предстоящей выставке. Участники Aerospace Testing & Industrial

Control уверенно держат свои позиции и могут продемонстрировать посетителям достойную, способную выдержать любую конкуренцию продукцию и предложить интересные, инновационные решения. Я приглашаю всех на Aerospace Testing & Industrial Control, которая пройдёт с 28 по 30 октября в Москве, в МВЦ «Крокус-Экспо». Мы сделаем всё возможное, чтобы время, проведённое на выставке, было использовано как можно эффективнее. ☺

**С 2014 ГОДА  
В «КРОКУС-ЭКСПО»**

Одновременно с / Alongside with

**mash EX**  
МОСКВА  
Обработка металлов и композитов

**PCVEXPO**  
Насосы, компрессоры, арматура, приводы

**Aerospace Industrial  
Testing & Control**

**28-30.10.2014**  
МОСКВА, МВЦ «КРОКУС ЭКСПО»



Ваш билет на [www.testing-control.ru](http://www.testing-control.ru)

11-я Международная выставка испытательного и контрольно-измерительного оборудования  
**Aerospace Testing & Industrial Control**

Организатор:  
**ITE** Москва  
+7 (495) 935 7350  
[control@ite-expo.ru](mailto:control@ite-expo.ru)

При поддержке:  
**Министерство промышленности и торговли РФ**

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии

Федеральное космическое агентство

Реклама

# Юбилейная Interlight Moscow powered by Light+Building

Благодаря большой экспозиции и обширной деловой программе выставка Interlight Moscow powered by Light+Building, которая проводится компанией Messe Frankfurt GmbH, является ведущим профессиональным событием в России и СНГ.



С 11 по 14 ноября в Москве в ЦВК «Экспоцентр» пройдёт юбилейная XX Выставка Interlight Moscow powered by Light+Building, посвящённая декоративному и техническому освещению, электротехнике и автоматизации зданий. В этом году площадь выставки увеличится за счёт дополнительной экспозиции. Interlight Moscow powered by Light+Building остаётся единственной выставкой в России и странах СНГ, демонстрирующей полный спектр тем по освещению, электротехнике и системам автоматизации зданий, представляющей комплексные решения на пути к безопасности, комфорту и энергоэффективности.

Всего на выставке будут представлены более 8 направлений:

- техническое освещение;
- декоративное освещение;
- электрические лампы;
- светодиоды (LED);
- автоматизация зданий;
- электротехника;
- сервис;
- праздничное освещение – новинка этого года.

Благодаря расширенной экспозиции в 2014 году, выставка Interlight Moscow будет интересна профессионалам в области светотехники, электротехники, автоматизации зданий, представителям торговых компаний (опт и розница), проектировщикам, инженерам, девелоперам, строителям, управляющим компаниям, инсталляторам, архитекторам внутренних пространств и дизайнерам.

На данный момент выставку Interlight Moscow поддержали крупные между-

народные ассоциации и государственные структуры. Торгово-промышленная палата РФ, Минпромторг, Роснано, Фонд Сколково, ВНИСИ им. С.И. Вавилова, Некоммерческое партнёрство производителей светодиодов и систем на их основе (НП ПСС), Ассоциация европейского бизнеса в России (АЕБ), Светотехническая торговая ассоциация, KNX Россия, KNX International, Союз московских архитекторов, Союз дизайнеров России, Московский государственный строительный университет (МГСУ), EnOcean Alliance, САВА, LonMark RUS, Ассоциация BIG-RU, Лайтинг бизнес консалтинг. Впервые в 2014 году выставка Interlight Moscow удостоилась поддержки со стороны LonMark International, торгового отдела посольства Республики Корея (KOTRA) и IALD (Международная ассоциация светодизайнеров). Помимо ассоциаций выставка Interlight Moscow получила государственную поддержку таких стран, как Испания, Италия, Турция, Тайвань, Китай.

В связи с ростом количества электротехнических компаний, год из года участвующих в выставке, а также повышенному интересу профессиональных посетителей к данной отрасли, организаторы запускают новый павильон, представляющий весь спектр новейших разработок в области электротехники от ведущих российских и международных производителей.

В период стремительного развития инновационных технологий в областях светотехники и электротехники, растёт и количество вариантов преобразования городского пространства к различным праздникам. Если рань-

ше украшение города носило формальный характер и превращалось в рутинную обязанность, то на сегодняшний день праздничному освещению городов, улиц и витрин уделяется пристальное внимание. Этой теме на выставке впервые будет посвящён целый павильон – «Праздничное освещение». Так же, в рамках специализированного павильона праздничного освещения, состоится профессиональный конкурс «Улица новогодних витрин».

В 2014 году выставка будет интересна не только расширенной экспозицией, но и научными и деловыми мероприятиями, которые посещают большое количество специалистов индустрии светотехники, электротехники и автоматизации зданий. Деловая программа традиционно представит LED Forum, Форум «Автоматизация зданий и энергоэффективность», круглые столы, открытые дискуссии и мастер-классы на конференц-площадке AGORA. Впервые в рамках некоторых форумов будут проводиться B2B встречи, направленные на развитие деловых контактов.

Помимо традиционных мероприятий деловой программы, на выставке Interlight Moscow будут представлены и новые события – Интернет-форум «Электротехника и светотехника в интернет-торговле: из офлайна в онлайн» и Форум «Светотехника: нормы, стандарты, измерительное оборудование».

Выставка Interlight Moscow открыла онлайн-регистрацию посетителей (бесплатные электронные билеты). Количество уже зарегистрировавшихся посетителей превышает прошлогодний показатель на 85%. 



# interlight

MOSCOW

powered by light + building

**Международная выставка**

**11–14 ноября 2014**

ЦВК «Экспоцентр»  
Москва

**Энергоэффективные технологии**

- > Автоматизация зданий
- > Электротехника

[www.interlight.messefrankfurt.ru](http://www.interlight.messefrankfurt.ru)



messe frankfurt

# 50 лет под именем «electronica»

В 2014 году ведущая всемирная выставка electronica празднует свой 50-летний юбилей. Этой осенью, с 11 по 14 ноября, в центре внимания выставки будут автомобильная электроника, встраиваемые системы, освещение и медицинская электроника, а также безопасность и энергоэффективность.

История выставки electronica началась пятьдесят лет назад с основания компании Messe München. Впервые мероприятие состоялось в 1964 году и сразу привлекло к себе внимание не только посетителей из Германии, но и из зарубежных стран. Основанная по инициативе американских предприятий выставка за короткий срок превратилась в ведущее мероприятие электронной отрасли. Она на протяжении десятилетий даёт полный обзор рынка и представляет всю линейку электронной продукции, начиная с электронных компонентов и систем и заканчивая их применением и сопутствующими услугами. Выставка electronica стала отправным пунктом для многочисленных тех-

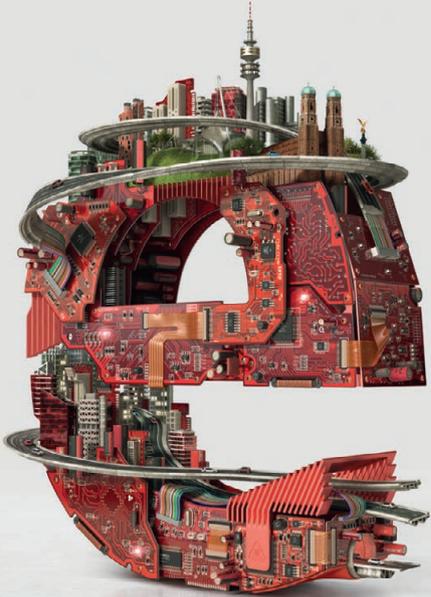
нологий и инноваций, например, для микрочипа.

Выставка electronica проходит раз в два года в Мюнхене и представляет новинки всего спектра электроники. В этом году свои продукты и услуги представят около 2700 участников со всего мира. В 2012 году в выставке принял участие 73 051 посетитель из 79 стран и 2 669 экспонентов. Площадь выставки тогда составила 142 500 м<sup>2</sup>. Количество участников и посетителей выставки electronica проверяются независимым аудитором по заказу Общества добровольного контроля выставочных статистик (FKM). Основной акцент в 2014 году будет сделан на автомобильной электронике, встраиваемых системах, медицин-

ской электронике и технологиях освещения, а также на таких глобальных темах, как безопасность и экономичное использование энергии.

«Я рада вместе с нашими участниками, посетителями и партнёрами отпраздновать полвека выставки electronica. В рамках празднования юбилея планируются различные мероприятия и акции, в которых мы не только оглянемся назад, но заглянем на 50 лет вперёд. Электроника стала существенной составляющей нашей жизни. В ноябре участники выставки electronica снова продемонстрируют, что в будущем будет двигать вперёд наше общество», – говорит директор выставки electronica Анке Одоли.

Наряду с выставкой electronica в Мюнхене Messe München организует выставки для электронной промышленности по всему миру. К сети выставок электроники относятся региональные выставки в Индии, Гонконге и Китае, а также выставка productronica в Мюнхене. ☺





## Welcome to Planet e.

Весь мир электроники в одном месте!

Регистрация и билеты  
[www.electronica.de/en/tickets](http://www.electronica.de/en/tickets)

26-я Ведущая международная выставка электронных компонентов, систем и применения электроники  
 Messe München | 11–14 ноября 2014  
[www.electronica.de](http://www.electronica.de)

Контакт: ООО «Мессе Мюнхен Консалтинг»  
 Тел. +7 495 697 1670, 697 1672  
[info@messe-muenchen.ru](mailto:info@messe-muenchen.ru)

### 50 years electronica



**electronica** 2014  
inside tomorrow

Реклама

# Электроника

# Транспорт

## 13-15 мая 2015 г.



## Москва

КВЦ Сокольники

## 9-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

### Информационные технологии для транспорта и транспортной инфраструктуры

#### Тематика:

- Системы диспетчеризации и управления транспортным парком (грузовые автоперевозки, пассажирский транспорт, такси, спецтранспорт)
- Комплексы навигации и связи
- Системы безопасности и видеонаблюдения
- Системы контроля пассажиропотока и оплаты проезда
- Технологии снижения расхода топлива
- Информационно-развлекательные комплексы
- Автоматика, телемеханика
- Измерительные и диагностические приборы
- Силовая электроника для транспорта
- Электронные, электротехнические компоненты

#### Конференции и семинары:

- “Практические особенности внедрения навигационно-информационных технологий на современном транспортном предприятии”, тел. +7(495) 66-324-66,
- “Электронные модули и компоненты для транспортного приборостроения и машиностроения”,
- “Технологии оплаты проезда и учета пассажиропотока”,
- “Современные системы управления движением пассажирского транспорта”.

В рамках:

13-16 мая 2015 / Москва, ВВЦ



Оргкомитет:

+7(495) 287-4412

<http://www.e-transport.ru>

Поддержка:



## Новости мира News of the World Новости мира

### Новое поколение RFID-меток внедряется в метро Санкт-Петербурга

Компания «РСТ-Инвент», российский производитель RFID-меток и маркировочного оборудования, начала производство обновлённой корпусированной метки PatchTag для маркировки транспортных средств, объектов промышленной автоматизации и складской логистики.

Как сообщили CNews в «РСТ-Инвент», первая партия нового продукта – 1500 меток, использующих запатентованную конструкцию антенны – уже нашла своё применение в Санкт-Петербургском метрополитене: система на основе RFID обеспечит высокоточное торможение пассажирских составов. Для этого на стенах тоннеля закрепляются пассивные UHF-метки PatchTag, расположение которых фиксируется в базе данных и привязывается к плану тоннелей, а на поезд устанавливается считывающая аппаратура, способная регистрировать метки в движении. Полученные данные затем передаются машинисту или/и на центральный пост.

Внедрение системы дистанционного и автоматического ведения подвижного состава метро на основе RFID-меток позволяет также отслеживать местоположение поездов в тоннеле во время движения, контролировать скорости движения поездов, производить автоматическое изменение движения составов в зависимости от загруженности линии, отмечают в компании.

По информации «РСТ-Инвент», RFID-метка PatchTag работает на различных видах поверхностей. Для сравнения, традиционные RFID-метки стабильно работают на поверхностях диэлектриков, но теряют свои качества при использовании на металлических объектах. Напротив, дальность и стабильность регистрации RFID-метки PatchTag при использовании на металле улучшаются – благодаря запатентованной геометрии антенны.

«Особая конструкция антенны с высоким коэффициентом направленности обеспечивает большую дальность и надёжность считывания, – рассказали в компании. – Проведённые в лаборатории «РСТ-Инвент» испытания показали, что дальность чтения метки



PatchTag при закреплении на металлической поверхности достигает 15 метров, а на диэлектрической – 11 метров».

Конструкция обновлённой антенны PatchTag позволяет использовать в метках чипы различных моделей, что в сочетании с увеличенной прочностью, пыле- и влагозащищённостью расширяет сферу применения новых меток. Минимизация ручного труда при производстве позволяет обеспечить стабильность качества и характеристик меток, а также увеличить потенциальные объёмы их производства, считают в «РСТ-Инвент».

Corp.cnews.ru

14-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

## НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ



Получите  
электронный билет!  
[www.ndt-russia.ru](http://www.ndt-russia.ru)



17–19  
ФЕВРАЛЯ 2015  
МОСКВА

ТЕПЕРЬ  
В КРОКУС ЭКСПО!

Организаторы:



primexpo



ITE GROUP PLC

Тел. +7 (812) 380 6002/00  
[ndt@primexpo.ru](mailto:ndt@primexpo.ru)

Реклама

# Новости мира News of the World Новости мира

## «Росэлектроника» разработала систему закрытой цифровой связи

Омский научно-исследовательский институт приборостроения, входящий в холдинг «Росэлектроника», разработал отечественную систему закрытой цифровой радиосвязи ЦСС «Янтарь-Т IP» (стандарт TETRA) для обеспечения нужд МВД России, ФСБ России, ФСО России, МЧС России, ФТС России и Минобороны России.

Разработка «Росэлектроники» поможет решить актуальный вопрос импортозамещения при проектировании систем профессиональной мобильной радиосвязи, сообщается в пресс-релизе компании.

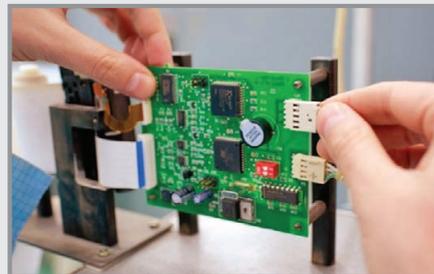
Для проведения разработки новой системы закрытой связи в 2011 году омское предприятие подписало соглашение с немецкой компанией Rohde & Schwarz о партнёрстве и сотрудничестве в сфере поставки и разработки инфраструктурного оборудования стандарта TETRA, произведенного этой фирмой.

В 2012 году предприятием ОНИИП было заключено соглашение с компанией Funkwerk о разработке и производстве

взрывозащищенных портативных цифровых мобильных радиостанций «Янтарь-Т IP» для систем стандарта TETRA. Сегодня система цифровой связи омского предприятия основана на производимом в России инфраструктурном оборудовании. Все сотрудники цеха по сборке базовых станций прошли обучение в Германии.

Благодаря совместной работе с иностранными компаниями при производстве базовых станций были внедрены немецкие стандарты качества. Теперь работа проходит по следующей схеме: заказчик знакомится с возможностями оборудования, и, если у него нет претензий к работе, заказ направляется потребителю в полном объёме.

«Основным конкурентным преимуществом базовой станции является соответствие требованиям системы технических средств для проведения оперативно-розыскных мероприятий, что достигается передачей исходного кода программного обеспечения. Для заказчиков данного оборудования это является крайне важным обстоятельством», – отметил генеральный директор «Росэлектроники» Андрей Зверев.



Сегодня в нашей стране повсеместно используются базовые станции, имеющие закрытый исходный код программного обеспечения, что позволяет отправлять ряд параметров работы системы на удаленные серверы, например за рубеж (в США, Европу, Китай), без уведомления силовых органов России.

Производство базовых станций и систем цифровой мобильной радиосвязи стандарта TETRA основано на полностью открытых исходных кодах и сертифицировано для использования силовыми структурами Российской Федерации, что позволяет работать с системой технических средств для оперативно-розыскных мероприятий.

Rostec.ru

# РСВ-EXPO

## 24-26 марта 2015

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ  
ВЫСТАВКА

ПЕЧАТНЫЕ  
ПЛАТЫ  
И МОНТАЖ

- ТЕХНОЛОГИИ
- ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ
- ПРОИЗВОДСТВО ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ
- ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЬ
- МОНТАЖ КОМПОНЕНТОВ
- СБОРКА РЗА, КОРПУСА И КОНСТРУКТИВЫ
- ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
- РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
- ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВСЕХ ВИДОВ ПРОИЗВОДСТВА
- КОНТРАКТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОНИКИ



Место проведения: Москва,  
Краснопресненская наб., 14,  
м. Выставочная, ЦВК "Экспоцентр", Павильон №7

ОРГАНИЗАТОРЫ  
ВЫСТАВКИ:



**FarEXPO**  
PROFESSIONAL EXHIBITION & CONGRESS ORGANIZER



Санкт-Петербург, пр. Ю. Гагарина, 8.  
Тел./факс: +7 (812) 777-04-07  
www.farexpo.ru/pcb, radel2@farexpo.ru



Москва, 121351 Ярицкая улица, дом 4.  
Тел. +7 (495) 221-5015  
www.chipexpo.ru, info@chipexpo.ru

Реклама

# Научно-технический совет «ПРОТИВ»

Коллеги, в журнале «Современная электроника» (№ 6/2014) опубликована статья «Новая экстремальная электроника на основе LPE i-GaAs монокристаллов» под авторством В. Войтовича, А. Думаневича и А. Гордеева.

Авторы данной статьи полагают, что ими разработана «обновлённая технологическая платформа и новая концепция развития отечественной и мировой высокотемпературной гиперскоростной электроники».

При этом отмечено, что «основным тормозным риском запуска, адаптации и развития проекта в России является элементарное невежество и безграмотность на почве «силиконового дарвинизма».

Под моим непосредственным руководством предложения этих авторов рассматривались дважды, в том числе с широким рассмотрением на научно-техническом совете ОАО «НИИМЭ и Микрон». Следовательно, я и ещё десятки ведущих специалистов России (члены нашего НТС и эксперты, давшие заключения по проекту) обвинены в «невежестве и безграмотности» людьми, которые за последние 15 лет ничего не сделали в отечественной электронике.

В связи с тем, что опубликованная статья может создать неверное представление о поднятых в ней вопросах и царящем «невежестве» в научно-технических кругах отечественной микроэлектроники, предлагаю опубликовать решение НТС нашего предприятия по рассмотрению проекта «Создание производства высокотемпературной высоковольтной силовой, фото- и СВЧ-гетероэлектроники на основе GaAs» указанных авторов.

*Н.А. Шелепин, д.т.н., заместитель генерального директора по науке ОАО «НИИМЭ и Микрон»*

26 февраля 2014 года на базе ОАО «НИИМЭ и Микрон» состоялось заседание научно-технического совета (НТС) предприятия с участием приглашенных экспертов. На рассмотрение был вынесен проект «Создание производства высокотемпературной, силовой фото- и СВЧ-гетероэлектроники на основе GaAs» (авторы: В.Е. Войтович, А.И. Гордеев, А.Н. Думаневич).

Доклад сотрудника ООО «Интелсоб» (г. Саранск) А.И. Гордеева был заслушан начальником отдела В.К. Селецким, инвестором проекта О. Шульцем, представителями фирмы «Cresco» (г. Таллин, Эстония), главным конструктором ОАО «ВЗПП-Микрон» Ю.Л. Фоменко, генеральным директором ЗАО «ЭПИЭЛ» В.Н. Стаценко и 24 членами НТС. Оппонентом выступил Н.А. Шелепин.

На заседании НТС выступили: д.т.н. Н.А. Шелепин, д.т.н. Е.С. Горнев, д.т.н. А.С. Валеев, д.ф.-м.н. А.И. Итальянцев, к.ф.-м.н. И.В. Матюшкин, к.т.н. А.П. Нечипоренко, нач. отд. В.К. Селецкий и инвестор проекта О. Шульц.

Также были зачитаны заключения экспертов:

- В.П. Чалого, генерального директора ЗАО «Светлана-рост» (Санкт-Петербург);
- П.А. Иванова, в.н.с. ФТИ им. А.Ф. Иоффе;
- А.В. Петрова, генерального директора ОАО «ОКБ Планета».

Было отмечено, что проект был рассмотрен на НТС ОАО «Российская электроника» и не получил одобрения.

Заслушав и обсудив доклад по проекту «Создание производства высокотемпературной, силовой фото- и СВЧ-гетероэлектроники на основе GaAs» (авторы В.Е. Войтович, А.И. Гордеев, А.Н. Думаневич), НТС отметил следующее.

1. Авторы проекта предлагают разработать и запустить в производство широкий класс изделий микроэлектроники на основе GaAs, в том числе, по всей вероятности, обладающих новизной конструкции. На это указывают представленные патенты на изобретения на диоды и тиристоры, а также на биполярные GaAs-транзисторы. Из этих разработок лишь для высоковольтного (300...600 В) р-и-n-диода в проекте представлены фактические данные, лежащие в области классических представлений и указывающие на хорошее структурное совершенство i-GaAs-слоёв, использованных в этих приборных структурах. Других фактических данных о достижениях в приборной части в проекте нет.
2. Объективная доказательная база, представленная в проекте, неадекватна заявленной актуальности и практической ценности. Декларируемые прорывные достижения в области различных приборов GaAs при использовании жидкостной эпитаксии ничем не подтверждены в проекте. Гипотетические успехи авторы связывают с достижениям предельно малых (порядка 10 нм) топологических размеров, что никак не связано с темой проекта и заслуга-

ми авторов, либо в качестве обоснования предлагаются ложные физические посылки. Это относится, например, к неверному пониманию конденсированного состояния в полупроводниках, что приводит авторов к неверному выводу о нарушении закона действующих масс в равновесном состоянии и проявлению экситонов. Кроме того, допущены очевидно некорректные сравнения i-GaAs, получаемого авторами проекта, с зарубежными аналогами, из которых, в частности, следует, что за рубежом вообще не существует полуизолирующего GaAs.

3. Заявленная широта возможных достижений предлагаемой технологии ничем не обоснована (то есть ни теоретически, ни экспериментально). Следовательно авторы проекта или некомпетентны в предлагаемых ими научно-технических и технологических решениях, или умышленно вводят в заблуждение органы и организации, которым направляется проект для предложений его поддержки.
4. Данный проект был рассмотрен на НТС ОАО «Российская электроника» и не получил какой-либо поддержки по причине необоснованности заявленных результатов предлагаемых технологий.

Результатом работы НТС стало единогласное решение – считать представленный проект необоснованным.

Данное решение было направлено в адрес ОАО «РТИ», РОСНАНО и Фонда Сколково.



# ЭНЕРГИЯ ВАШЕГО РАЗВИТИЯ

Реклама

## СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

**11-я Международная выставка  
компонентов и систем  
для силовой электроники**

Организаторы:



Тел.: +7 (812) 380 6003/07  
Факс: +7 (812) 380 6001/00  
E-mail: power@primexpo.ru

## POWER ELECTRONICS



**25–27 ноября 2014**

МЕСТО  
ПРОВЕДЕНИЯ

**МОСКВА, КРОКУС ЭКСПО**

**Получите электронный билет!**  
[www.powerelectronics.ru](http://www.powerelectronics.ru)



### Осциллографы Keysight серии InfiniiVision 2000X

- 70 МГц до 200 МГц
- Глубина памяти до 1 млн. точек
- Новые опции декодирования сигналов последовательных шин\*
- Стандартная гарантия на 5 лет



### Осциллографы Keysight серии InfiniiVision 4000X

- 200 МГц до 1,5 ГГц
- Сенсорный дисплей с диагональю 12,1 дюйма (30,7 см)
- Функция «запуска касанием» InfiniiScan Zone
- Скорость обновления сигналов на экране 1 млн. осциллограмм в секунду
- Глубина памяти до 4 млн. точек



### Осциллографы Keysight серии InfiniiVision 3000X

- 100 МГц до 1 ГГц
- Дисплей с диагональю 8,5 дюйма (21,6 см)
- Скорость обновления сигналов на экране 1 млн. осциллограмм в секунду
- Глубина памяти до 4 млн. точек

Более подробная информация об осциллографах InfiniiVision серии X

[www.keysight.com/find/Xoscilloscope](http://www.keysight.com/find/Xoscilloscope)

8 800 500 9286 (ЗВОНОК ПО РОССИИ БЕСПЛАТНЫЙ)

## Максимальный потенциал вашего осциллографа

Осциллографы Keysight InfiniiVision серии X при невысокой стоимости обладают исключительно высокой производительностью и богатыми измерительными возможностями, какие вы не найдете ни в каких других приборах этого класса.

Примите участие в нашей новой программе модернизации осциллографов «Максимальный потенциал», и Вы получите потрясающую возможность защиты инвестиций. Независимо, являетесь ли вы давним пользователем приборов Keysight или только рассматриваете возможность приобретения своего первого осциллографа серии X, - вы можете воспользоваться невероятно выгодным предложением: установить на осциллограф серии InfiniiVision 2000X, 3000X или 4000X сразу ВСЕ встроенные программные приложения (включая функции цифрового вольтметра и генератора сигналов стандартной/произвольной формы) по цене всего одной опции!

### Максимальный потенциал вашего осциллографа

Установите на свой осциллограф InfiniiVision серии X сразу ВСЕ программные приложения по цене всего одной опции.

[www.keysight.com/find/ultimatescopeupgrade](http://www.keysight.com/find/ultimatescopeupgrade)