

# Кремниевая и арсенид-галлий-алюминиевая технология

## Часть 13. Разработка устройств на базе 3D М ФЭФ М

Валерий Сведе-Швец (soo00es@mail.ru), Владислав Сведе-Швец, Максим Зиновьев (Москва)

В заключительной части статьи пойдёт речь о встраиваемой вычислительной платформе ФЭФ ВВП и построении на её основе многодатчиковых информационно-вычислительных и многопроцессорных систем на базе 3D М ФЭФ М и платформы MicroTCA OM.

### Информационно-вычислительная система на функциональных модулях ОЭС с фотон-электрон-фотонными многоканальными связями

На рисунке 104 представлена информационно-вычислительная система на функциональных модулях ОЭС с фотон-электрон-фотонными многоканальными связями.

Состав функциональных модулей ОЭС с фотон-электрон-фотонными многоканальными связями:

- функциональный модуль ОЭС с процессорным и коммутационным ОЭ СБИС;
- функциональный модуль ОЭС с коммутационным ОЭ СБИС и интерфейсом связи с абонентом.

Принцип организации информационной многоканальной связи:

- передача информационных данных – цифроаналоговое электронно-фотонное кодирование;

- приём информационных данных – аналого-цифровое фотон-электронное декодирование.

На рисунке 105 представлена информационно-вычислительная кластерная система из восьми тесно связанных процессорных модулей с 256 удалёнными информационными абонентами.

### ФЭ ВСТРАИВАЕМАЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА – ФЭФ ВВП

Встраиваемая вычислительная платформа ФЭФ ВВП предназначена для построения многодатчиковых информационно-вычислительных и многопроцессорных систем на базе 3D М ФЭФ М и платформы MicroTCA OM открытого стандарта MicroTCA.

Конструкция ФЭФ ВВП представляет собой встраиваемую многослойную плату форм-фактора 3U (181,5×73,5 мм) с 3 разъёмами QMS-052-01-SL-D-EM2-TR для установки функциональных 3D М ФЭФ М с соответствующими связями и

разъёмом для связи с модулями платформы MicroTCA.

Функциональными 3D М ФЭФ М являются 3D М ФЭФ М AC-X1, 3D М ФЭФ М AC-X2, 3D М ФЭФ М AC-X3, 3D М ФЭФ М BV.

Система связи между разъёмами QMS-052-01-SL-D-EM2-TR обеспечивает формирование соответствующей проблемно-ориентированной платформы путём установки 3D М ФЭФ М AC-X1, 3D М ФЭФ М AC-X2, 3D М ФЭФ М AC-X3, 3D М ФЭФ М BV.

Связь ФЭФ ВВП с модулем хост-ЭВМ платформы MicroTCA OM осуществляется по интерфейсу SRIO.

Разводка сигнальных цепей и цепей электропитания ФЭФ ВВП соответствует группе сигналов электропитания и информационным линиям платформы MicroTCA.

На рисунке 106 представлена структурная схема ФЭФ ВВП.

Оптические связи 3D М ФЭФ М организуются с помощью соответствующего соединения многоканальных оптических разъёмов ВОЛС. Оптическая система связи обеспечивает информационное подключение 3D М ФЭФ М между собой и с удалёнными датчиками.

### 3D М ФЭФ М ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ КОМПЛЕКСАМИ ТИПА СТАТКОМ

Статические компенсаторы реактивной мощности (СТАТКОМ) широко используются для решения различных проблем передачи и распределения электрической энергии, связанных с большими и быстрыми колебаниями реактивной мощности.

В СТАТКОМ система управления тиристорных (транзисторных) вентиля преобразует электрические импульсы управления тиристоров в световые и передаёт их на высокий потенциал посредством волоконно-оптических световодов, принимает контрольные световые импульсы с каждой тиристор-

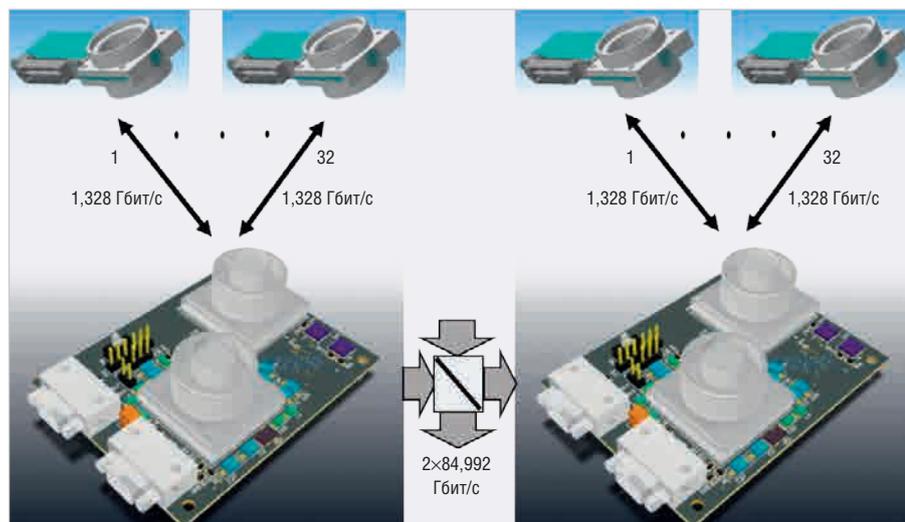
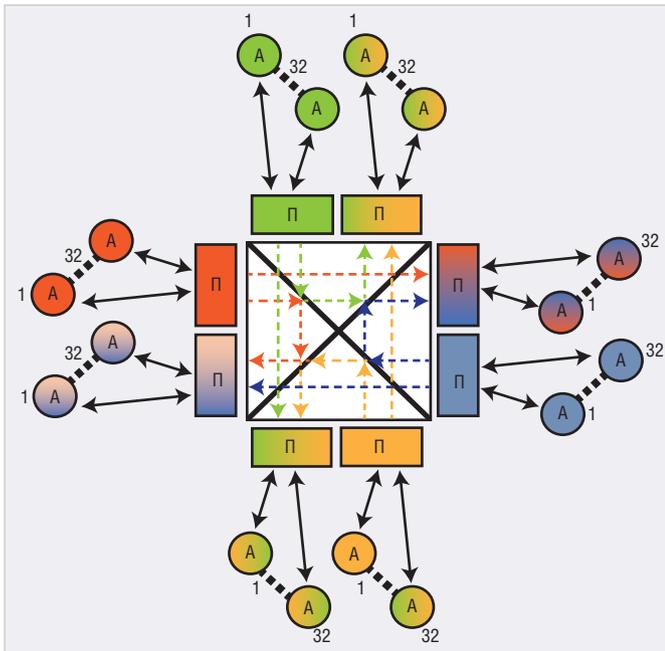
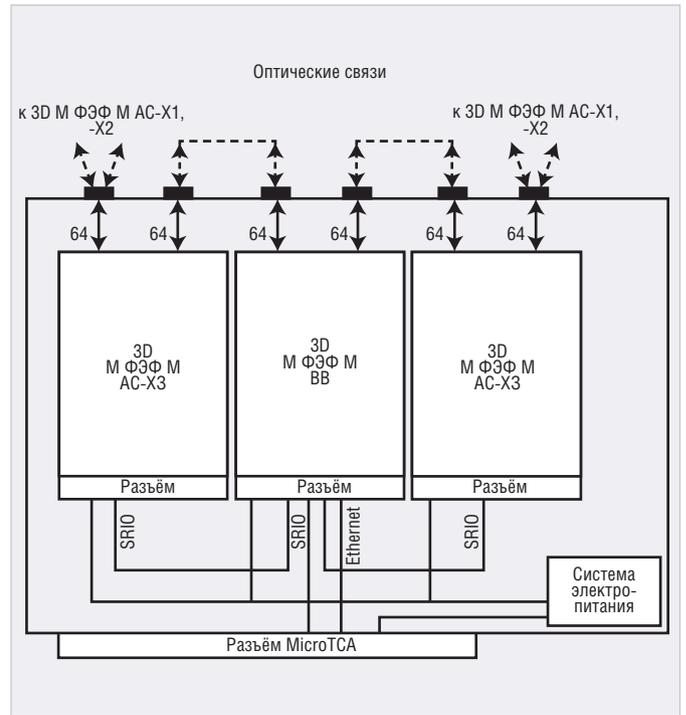


Рис. 104. Информационно-вычислительная система на функциональных модулях ОЭС с фотон-электрон-фотонными многоканальными связями



**Рис. 105. Информационно-вычислительная кластерная система из 8 тесно связанных процессорных модулей с 256 удалёнными информационными абонентами**



**Рис. 106. Структурная схема ФЭФ ВВП**

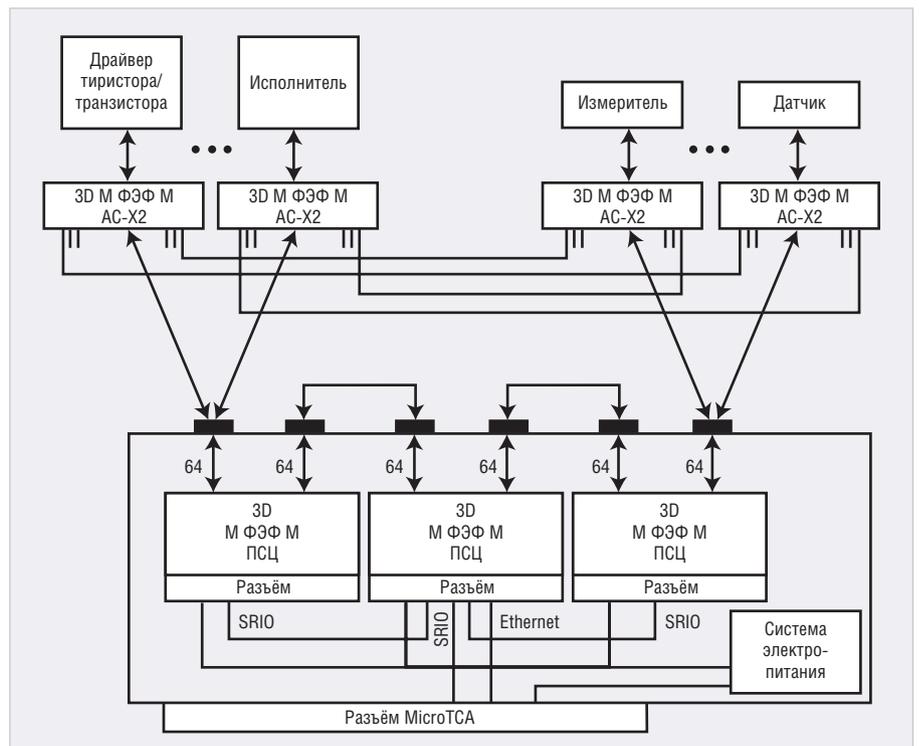
ной ячейки и регулирует количество и расположение отказавших тиристоров.

Например, система управления реализуется на базе специализированного контроллера, содержащего центральный процессор ADSP-2181 (командный цикл 25 нс), программируемую логическую матрицу XCS30-PQ240, FLASH-память AM29F040 (512 Кбайт), два последовательных канала передачи данных RS-232, быстродействующий канал 1 Мбод, жидкокристаллический графический дисплей и клавиатуру. Система управления состоит из 84 приёмников и передатчиков световых сигналов, 12 из которых предназначены для обмена сигналами с датчиками и приёмниками дискретной и оцифрованной аналоговой информации от объекта.

Оптоэлектронная информационно-вычислительная интеллектуальная система на базе 3D МОЭМ АС-Х2 позволяет более компактно и совершенно подключаться к драйверам управления сильноточными тиристорами/транзисторами, снимать показания с системных датчиков и обмениваться информацией по волоконно-оптическим каналам с оптоэлектронным вычислительным блоком обработки, управления и визуализации.

На рисунке 107 представлена структурная схема системы для СТАТКОМ. Технические характеристики:

- количество подключаемых драйверов управления сильноточными тиристорами/транзисторами – до 64;



**Рис. 107. Структурная схема для контроля и управления электроэнергетическими комплексами типа СТАТКОМ**

- подключение драйверов к 3D МОЭМ АС-Х2 осуществляется с помощью АЦП/ЦАП или волоконных каналов;
- количество подключаемых системных датчиков – до 64;
- подключение датчиков к 3D МОЭМ АС-Х2 осуществляется с помощью АЦП/ЦАП или волоконных каналов. Производительность ФЭ ВВП эквивалентна производительности сиг-

нальных процессоров фирмы Texas Instruments в составе трёх процессоров TMS320C6455 производительностью 2,9 MIPS (млн инструкций в с/мВт) и одного процессора TMS320C6474 производительностью 4,0 MIPS.

Организация оптических связей между 3D МОЭМ АС-Х2 позволяет реализовать резервирование каналов связи. Масштабирование абонентских узлов

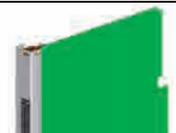
	Compact-Size (3HP)	Mid-Size (4HP)	Full-Size (6HP)
Одinarные модули	 73,8×13,88×181,5 мм	 73,8×18,96×181,5 мм	 73,8×28,95×181,5 мм
Двойные модули	 148,8×13,88×181,5 мм	 148,8×18,96×181,5 мм	 148,8×28,95×181,5 мм

Рис. 108. Примеры AdvancedMC-модулей

(драйверов, датчиков) осуществляется путём масштабирования ФЭ ВВП.

**Модульная платформа MicroTCA OM многопроцессорных высокопроизводительных информационно-вычислительных систем на базе 3D M ФЭФ М**

Многопроцессорная высокопроизводительная информационно-вычислительная система на базе 3D M ФЭФ М представляет собой систему на базе OM6040 или OM6120 фирмы Kontron, состоящую из MicroTCA, шасси с источником питания от сети переменного

тока и вентиляторами, а также базового набора AdvancedMC-модулей: MCH (коммутатор), CPU (процессор), HDD (накопитель) и плат 3D ФЭ ВВП, соответствующих формату (см. рис. 108).

Система OM6040 соответствует требованиям спецификаций AMC.1 версии R2, AMC.1 (PCI Express x4), AMC.2 (Ethernet), AMC.3 (SAS/SATA), AMC.4 (Serial Rapid IO), базовой спецификации MicroTCA версии R1.0 и спецификации IPMI 1.5.

Внешний вид систем OM6040 и OM6120 показан на рисунке 109.

3D ФЭФ многопроцессорная высокопроизводительная система состоит из:

- шасси с источником питания от сети переменного тока и вентиляторами;

- коммутатора MicroTCA MCH с GbE и PCIe/SRIO;
- процессорного AMC-модуля AM4100 (Freescale PowerPC MPC8641D (1,5 ГГц) с загрузочной флеш-памятью 32 Мбайт и поддержкой CompactFlash до 1 Гбайт);
- MC-модуля AM4500 с жёстким диском SATA;
- предустановленной ОС Linux 2.16 (Windriver) либо ОС VxWorks;
- 3D M ФЭФ М встраиваемых плат соответствующей проблемной ориентации.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Разработанные ООО «ОЭС» технология и устройства на базе 3D M ФЭФ М соответствуют концепции развития технологической платформы «Фотоника» по направлению «Оптоэлектроника – элементы и узлы, оптоинформатика и узлы».

Авторы готовы к сотрудничеству с заинтересованными сторонами в развитии данного научно-технологического направления и могут выполнить соответствующие прикладные проекты на базе разработанных 3D M ФЭФ М.

Работы выполнялись при частичной финансовой поддержке в рамках ФЦП «Национальная технологическая база» на 2002–2006 годы, ФЦП «Развитие электронной компонентной базы и радиоэлектроники» на 2008–2015 годы.

Соисполнителем работ в части разработки и изготовления 3D ФЭ СБИС VCSEL являлся Научно-технологиче-

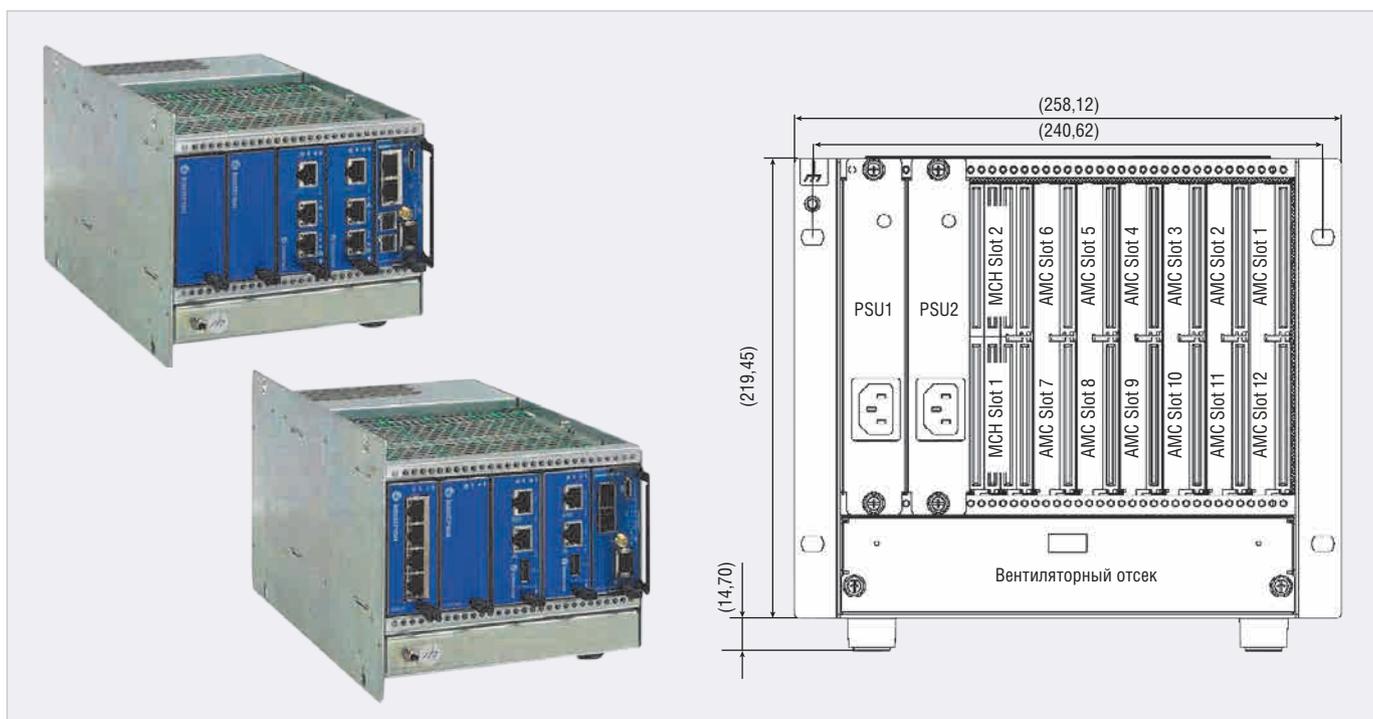


Рис. 109. Внешний вид систем OM6040 и OM6120

ский центр микроэлектроники и субмикронных гетероструктур при Физико-техническом институте им. А.Ф. Иоффе РАН (НТЦ микроэлектроники при ФТИ им. А.Ф. Иоффе, г. Санкт-Петербург).

Соисполнителями работ в части разработки и изготовления 3D ФЭ СБИС М А/Ц являлся ЗАО «ПКК Миландр» (г. Москва).

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Фотоника. / Под ред. М. Еленсона. – М.: Мир, 1985.
2. *Валях Е.* Последовательно-параллельные вычисления. – М.: Мир, 1985.
3. Системы параллельной обработки. / Под ред. Д. Ивенс. – М.: Мир, 1985.
4. *Sterling T., Messina P., Smith P.H.* Enabling Technology for Petaflops Computing. Published by Massachusetts Institute of Technology (MIT). 1995.
5. СБИС для распознавания образов и обработки изображений. – М.: Мир, 1998.
6. *Иванов А.Б.* Волоконная оптика. Компоненты, системы передачи, измерения. – М.: SYRUS SYSTEMA. 1999.
7. Активные фазированные антенные решетки. / Под ред. Д.И. Воскресенского. – М.: Радиотехника, 2004.

8. *Кун С.* Матричные процессоры на СБИС. – М.: Мир, 1991.
9. *Морозов В.Н.* Оптоэлектронные матричные процессоры. Массовая б-ка инженера «Электроника». – М.: Радио и связь. 1986.
10. *Одинокоев С.Б., Петров А.В.* Анализ точностных параметров опτικο-электронного матрично-векторного процессора обработки цифровой информации. Квантовая электроника, 22. 1995 № 10.
11. *Забулонов М.И., Иванов П.А., Евтихи-ев Н.Н., Каменский А.В., Стариков Р.С., Шевчук А.В.* Разработка оптических вычислителей в виде гибридных микросхем и микромодулей: компьютерное моделирование и экспериментальное макетирование. Научкоёмкие технологии. 2005 № 5.
12. *Пантелейчук А.* Цифровые сигнальные процессоры Texas Instruments для мультимедийных приложений. Компоненты и технологии. 2007. № 9.
13. Оптические вычисления. / Под ред. Р. Арратуна. – М.: Мир, 1993.
14. *Малеев Н.А., Кузьменков А.Г., Шуленков А.С., Блохин С.А., Кулагина М.М., Задиранов Ю.М., Тихомиров В.Г., Гладышев А.Г., Надточий А.М., Никитина Е.В., Lott J.A., Сведе-Швец В.Н., Леденцов Н.Н.,*

- Устинов В.М. Матрицы вертикально излучающих лазеров спектрального диапазона 960 нм. Физика и техника полупроводников. 2011. Том 45. Вып. 6.
15. Впервые в истории создан фотонный процессор, готовый к запуску в серию. Snews. 24.12.2015.
16. *Сведе-Швец В.Н., Сведе-Швец В.В.* Комплекс принципов и аппаратно-программных средств ввода, преобразования, обработки, хранения, коммутации и передачи пространственно-временной многоканальной информации с 3D-архитектурой. Приложение к журналу «Информационные технологии». 2008. № 3.
17. *Агрич Ю.В.* Быстродействующий аналого-цифровой преобразователь и способ его калибровки. Патент РФ № 2341017, 10.04.2008 г, пр. 29.09.2006 г.
18. *Агрич Ю.В.* Дифференциальный компаратор с выборкой входного сигнала. Патент № 2352061, 10.04.2009 г., пр. 11.02.2008 г.
19. *Павлов А.М.* Принципы организации бортовых вычислительных систем перспективных летательных аппаратов. Мир компьютерной автоматизации. 2001. № 4.



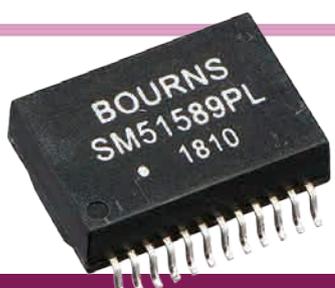


# ETHERNET-ТРАНСФОРМАТОРЫ

## с поддержкой PoE+



Reliable Electronic Solutions
















- Стандарт 10/100/1000 Base-T
- Передача данных и питания по одной витой паре одновременно
- Ток, передаваемый в нагрузку до 0,72 А
- Коэффициент преобразования 1:1
- Вносимые потери -1дБ макс.
- Усиленная изоляция 5 кВ



www.platan.ru

Офисы в Москве: м. Молодежная, ул. Ивана Франко, 40, стр. 2, (495) 97 000 99, info@platan.ru;  
 м. Электrozаводская, Семеновская наб., д. 3/1, к. 5 (495) 744 70 70, platan@platan.ru  
 Офис в Санкт-Петербурге: ул. Зверинская, 44, (812) 232 88 36, baltika@platan.spb.ru

Реклама



**TESTING  
DAYS**  
MOSCOW

Тематическая выставка –  
форум систем и технологий  
для автомобильных и авиационных  
испытаний и тестирования

Одновременно с  
**Control Days.Moscow**



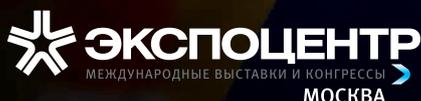
МОСКВА  
Экспоцентр

**2-4**  
апреля  
**2019**

Акустика Ударные стенды  
Пробоподготовка Аэродинамика  
Мультиметры Телеметрия  
Многоканальные измерительные системы  
Анализаторы сигналов ЭМС  
Испытания космических средств выведения  
Испытательное моделирование  
Испытания авиационных систем  
Климатические испытания  
Сенсорная измерительная аппаратура  
Испытания автомобилей Виброиспытания  
Моделирование ЛА Летные испытания  
Механические испытания



При поддержке:



#testingdays\_moscow

+7 (495) 78-601-78  
[www.testingdays.moscow](http://www.testingdays.moscow)

Реклама

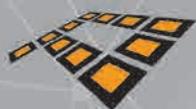


ПАТРОНАЖ ТПП РФ

17-19

СЕНТЯБРЯ 2019

КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»



powered by  
**productronica**

**Radelexpo**

# ХІХ МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА РАДИОЭЛЕКТРОНИКА & ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

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

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

ОРГАНИЗАТОР МЕЖДУНАРОДНОГО ПАВИЛЬОНА:



ООО «Мессе Мюнхен Рус»

Messe München

ОРГАНИЗАТОР ВЫСТАВКИ:



**FarEXPO** FE

PROFESSIONAL ELECTRONICS & COMMUNICATIONS EXHIBITION

**radelexpo.ru**

(812) 777-04-07



Реклама