

## COMPETENT OPINION

A. Grigorieva  
**NOW IS THE TIME TO PRODUCE! HOW THE DESIGN COMPANY  
FOR DOMESTIC MATERIALS AND EQUIPMENT FOR  
THE PRINTED CIRCUIT BOARDS PRODUCTION IS DEVELOPING**

A. Kravtsov  
**NIIME JSC – 60 YEARS OF LEADERSHIP  
IN DOMESTIC ELECTRONICS**

## NEWS

## EXHIBITIONS & CONFERENCES

Yu. Kovalevsky  
**PLENARY SESSIONS  
OF THE “MICROELECTRONICS 2024” RUSSIAN FORUM  
PART 2**

R. Mangusheva, A. Bolshakov, N. Misnichenko  
**POSITIVE TRENDS AND DYNAMICS OF ELECTRONICS  
DEVELOPMENT IN RUSSIA  
ROUND TABLE «ACHIEVEMENTS OF DOMESTIC MICROELECTRONICS  
UNDER SANCTIONS. WHAT WILL WE HAVE TIME  
TO DO BY EXPOELECTRONICA 2025?»**

The article presents the results of a survey of participants and visitors of the ExpoElectronica exhibition, conducted by ITE Group and Tracemarket LLC. The problems and prospects for the development of the domestic electronic components market are discussed. The study covered more than 300 industry representatives, including manufacturers and distributors.

**Keywords:** NPS index, industry survey, domestically produced electronic component base, market research

## REPORT FROM A COMPANY

Yu. Kovalevsky  
**LOCALIZATION OF EQUIPMENT PRODUCTION:  
FROM FUME EXTRACTORS TO UNIQUE  
ROBOTIC SETUPS  
VISIT TO THE PRODUCTION FACILITY OF PROTECH LTD.**

## КОМПЕТЕНТНОЕ МНЕНИЕ

А. Григорьева  
**СЕЙЧАС ВРЕМЯ ПРОИЗВОДИТЬ! КАК РАЗВИВАЕТСЯ  
РАЗРАБОТЧИК ОТЕЧЕСТВЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ  
И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ**

А. Кравцов  
**АО «НИИМЭ» – 60 ЛЕТ ЛИДЕРСТВА  
В ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ЭЛЕКТРОНИКЕ**

## 26 НОВОСТИ

## ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ

Ю. Ковалевский  
**ПЛЕНАРНЫЕ ЗАСЕДАНИЯ РОССИЙСКОГО ФОРУМА  
«МИКРОЭЛЕКТРОНИКА 2024»  
ЧАСТЬ 2**

Р. Мангушева, А. Большаков, Н. Мисниченко  
**ПОЗИТИВНЫЕ ТRENДЫ И ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ  
ЭЛЕКТРОНИКИ В РОССИИ  
КРУГЛЫЙ СТОЛ «ДОСТИЖЕНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ  
МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ В УСЛОВИЯХ САНКЦИОННЫХ  
ВОЗДЕЙСТВИЙ. ЧТО УСПЕЕМ К EXPOELECTRONICA 2025?»**

В статье представлены результаты опроса участников и посетителей выставки ExpoElectronica, проведенного компаниями ITE Group и ООО «Трейдсмаркет». Обсуждаются проблемы и перспективы развития рынка отечественных электронных компонентов. Исследование охватило более 300 представителей отрасли, включая производителей и дистрибьюторов.

**Ключевые слова:** индекс приверженности, отраслевой опрос, ЭКБ отечественного производства, маркетинговые исследования

## РЕПОРТАЖ С ПРЕДПРИЯТИЯ

Ю. Ковалевский  
**ЛОКАЛИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ОБОРУДОВАНИЯ:  
ОТ ДЫМОУЛОВИТЕЛЕЙ К УНИКАЛЬНЫМ  
РОБОТИЗИРОВАННЫМ КОМПЛЕКСАМ  
ВИЗИТ НА ПРОИЗВОДСТВО ООО «ПРОТЕХ»**

## ЭЛЕКТРОНИКА №10 (00241) 2024

НАУКА • ТЕХНОЛОГИЯ • БИЗНЕС

«ЭЛЕКТРОНИКА: НАУКА, ТЕХНОЛОГИЯ, БИЗНЕС»  
Научно-технический журнал

Журнал выпускается при содействии Департамента радиоэлектронной промышленности Минпромторга РФ.

Журнал включен в Перечень ВАК 02.02.2016 г.

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

На сайте Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU

(www.elibrary.ru) доступны полные тексты статей. Статьи из номеров журнала текущего года предоставляются на платной основе.

СВЕЖИЙ НОМЕР ЖУРНАЛА ВЫ МОЖЕТЕ ПРИОБРЕСТИ

В редакции журнала «ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ»

Москва, ул. Краснопротарская, 16, стр. 2

В представительствах «Золотой Шар ТМ»

Санкт-Петербург Невский пр-т, 44, 5-й эт., оф. 6 | root@zolshar.spb.ru  
☎ +7 812 325-7544, 117-68-62, 110-43-66

Екатеринбург ул. Народной воли, 25 | ekr@front.ru,  
zolshar@online.ural.ru, ☎ +7 343 212-18-10, 212-13-31 ☎ +7 343 212-23-14

Новосибирск пр-т К.Маркса, 57, офис 708 | nbzsh@mail.ru  
☎ +7 3832 46-24-73 ☎ +7 3832 27-63-80

Минск пл. Казинца, 3, офис 456 | zolshar@integral.minsk.by  
☎ +7 10 375-172 78-09-14

Ижевск ул. Софьи Ковалевской, 4а, офис 4 | office@zolshar.izhnet.ru  
☎ +7 3412 42-52-41 ☎ +7 3412 42-54-72

## COMPANY'S PROFILE

I. Kosykh

### MicroEM TECHNOLOGIES: MORE THAN A TECHNOLOGY PARTNER

## PROBLEMS AND SOLUTIONS

V. Alekseev

### ON METHODOLOGICAL APPROACHES TO THE FORMATION OF REQUIREMENTS FOR THE LEVEL OF LOCALIZATION OF THE ELECTRONIC COMPONENT BASE AND OTHER COMPONENTS WITHIN THE FRAMEWORK OF IMPORT SUBSTITUTION PROCESSES FOR RADIO-ELECTRONIC PRODUCTS

The article examines methodological approaches to the formation of requirements imposed on electronic components for the purpose of classifying them as products manufactured in the Russian Federation. It presents methods for calculating points to assess the degree of localization within the point system established by the Ministry of Industry and Trade of Russia.

**Keywords:** localization of production, point system, objective function, import substitution

## AUTOMOTIVE ELECTRONICS

A. Chistov, Yu. Danilkina

### THE STATE AND DEVELOPMENT OF LOCALIZATION IN DOMESTIC AUTOMOTIVE ELECTRONICS

The article describes the current situation with providing automotive electronics with the necessary domestically produced electronic components, as well as the experience and some results of interaction between NPP Itelma and Russian electronic components manufacturers aimed to expand the use of their products in automotive electronic units.

**Keywords:** automotive electronic units, electronic components, localization

## MANUFACTURING EQUIPMENT AND PROCESS MATERIALS

D. Koren, A. Garanin

### PLANAR COMPONENT LEAD FORMING SYSTEMS

The article presents a comparative analysis of systems for automating the process of forming leads of planar components supplied to Russian enterprises.

**Keywords:** lead forming, flat leads, J-leads, gull-wing leads, ball leads, automatic lead forming and cutting machines, manual lead forming machines

## ПОРТРЕТ ФИРМЫ

И. Косых

### «МикроЭМ ТЕХНОЛОГИИ»: БОЛЬШЕ, ЧЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПАРТНЕР

## ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

В. Алексеев

### О МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДАХ К ФОРМИРОВАНИЮ ТРЕБОВАНИЙ ПО УРОВНЮ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ И ДРУГИХ КОМПЛЕКТУЮЩИХ В РАМКАХ ПРОЦЕССОВ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ПРОДУКЦИИ

Рассматриваются методические подходы к формированию требований, предъявляемых к радиоэлектронным компонентам в целях их отнесения к продукции, произведенной на территории Российской Федерации. Представлены методы расчета баллов для оценки степени локализации в рамках балльной системы, установленной Минпромторгом России.

**Ключевые слова:** локализация производства, балльная система, целевая функция, импортозамещение

## АВТОМОБИЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

А. Чистов, Ю. Данилкина

### СОСТОЯНИЕ И РАЗВИТИЕ ЛОКАЛИЗАЦИИ В ОТЕЧЕСТВЕННОЙ АВТОЭЛЕКТРОНИКЕ

В статье приводятся описание текущей ситуации с обеспечением автомобильной электроники необходимой ЭКБ отечественного производства, а также опыт и некоторые результаты взаимодействия НПП «Ителма» с российскими производителями ЭКБ для расширения применения их продукции в автомобильных электронных блоках.

**Ключевые слова:** автомобильные электронные блоки, электронная компонентная база, локализация

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

Д. Корень, А. Гаранин

### СИСТЕМЫ ФОРМОВКИ ВЫВОДОВ ПЛАНАРНЫХ КОМПОНЕНТОВ

В статье представлен сравнительный анализ систем для автоматизации процесса формовки выводов планарных компонентов, поставляемых на российские предприятия.

**Ключевые слова:** формовка выводов, плоские выводы, выводы J-типа, выводы типа «крыло чайки», шариковые выводы, автоматические системы формовки и обрубки выводов, ручные системы формовки

## НАУЧНЫЕ СПЕЦИАЛЬНОСТИ, ПО КОТОРЫМ ИЗДАНИЕ ВХОДИТ В ПЕРЕЧЕНЬ ВАК:

- 2.2.1 Вакуумная и плазменная электроника
- 2.2.2 Электронная компонентная база микро- и нанoeлектроники, квантовых устройств
- 2.2.4 Приборы и методы измерения
- 2.2.5 Приборы навигации
- 2.2.6 Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы

- 2.2.8 Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды
- 2.2.10 Метрология и метрологическое обеспечение
- 2.2.11 Информационно-измерительные и управляющие системы
- 2.2.12 Приборы, системы и изделия медицинского назначения

A. Ivanov

## DEMONSTRATION TESTS OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT AND MATERIALS FOR CLEANING PRINTED CIRCUIT BOARDS

The article discusses the results of tests of two developments of the Dipol Group of Companies: the SM-16 PRO jet cleaning machine for printed circuit boards and the AquaClean-M cleaning liquid, which is an analogue of foreign versions.

**Keywords:** printed circuit board, jet cleaning machine, cleaning liquid

V. Egoshin, Sh. Shugaepov, R. Akhmetgaliev, E. Ermolaev, A. Mazurenko, Yu. Chernysheva

## USE OF DOMESTIC DEEP-CALCINED ALUMINA FOR THE PRODUCTION OF METAL-CERAMIC PACKAGES

The article reviews the problems of localization of production of metal-ceramic packages in «Semiconductor Devices Plant» JSC («ЗПП» JSC) using domestic deep-calcined alumina as an example. The methods of studying such alumina, as well as the experience of its use for the production of metal-ceramic packages are given.

**Keywords:** metal-ceramic package, alumina, production

## MICROWAVE ELECTRONICS

A. Dimaki, O. Kravchenko, G. Kun

### AUTOMATIC FREQUENCY ADJUSTMENT WHEN MEASURING S-PARAMETERS OF CONVERTERS USING VECTOR NETWORK ANALYZERS PRODUCED BY MICRAN JSC

The article describes the algorithm of automatic frequency adjustment for S-parameters measurement of frequency-converting devices with embedded LO. The features of the operation of this algorithm in various measurement schemes are demonstrated. The use of the given algorithm expands the scope of application of the VNAs produced by Micran JSC, including satellite communication systems.

**Keywords:** vector network analyzer, converter, embedded LO, frequency adjustment

A. Иванов

## 82 ДЕМОНСТРАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОТМЫВКИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Рассмотрены результаты испытаний двух разработок ГК «Диполь»: установки струйной отмывки печатных плат СМ-16 ПРО и отмывочной жидкости «АкваКлин-М», являющейся аналогом зарубежных вариантов.

**Ключевые слова:** печатная плата, установка струйной отмывки, отмывочная жидкость

В. Егوشин, Ш. Шугаепов, Р. Ахметгалиев, Е. Ермолаев, А. Мазуренко, Ю. Чернышева

## 86 ПРИМЕНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ГЛИНОЗЕМА ГЛУБОКОЙ ПРОКАЛКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ КОРПУСОВ

Рассмотрены проблемы локализации производства металлокерамических корпусов (МКК) в Акционерном обществе «Завод полупроводниковых приборов» (АО «ЗПП») на примере применения отечественного глинозема глубокой прокалки. Приведены методы исследований такого глинозема, а также опыт его использования для производства МКК.

**Ключевые слова:** металлокерамический корпус, глинозем, производство

## СВЧ-ЭЛЕКТРОНИКА

А. Димаки, О. Кравченко, Г. Кун

### 90 АВТОМАТИЧЕСКАЯ ПОДСТРОЙКА ЧАСТОТЫ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ S-ПАРАМЕТРОВ КОНВЕРТОРОВ С ПОМОЩЬЮ ВЕКТОРНЫХ АНАЛИЗАТОРОВ ЦЕПЕЙ ПРОИЗВОДСТВА АО «НПФ «МИКРАН»

Описан алгоритм автоматической подстройки частоты при измерении S-параметров конверторов со встроенным гетеродином. Показаны особенности работы данного алгоритма в различных схемах измерения. Алгоритм расширяет область применения ВАЦ производства АО «НПФ «Микран», в том числе в системах спутниковой связи.

**Ключевые слова:** векторный анализатор цепей, конвертор, встроенный гетеродин, подстройка частоты

## СПИСОК РЕКЛАМОДАТЕЛЕЙ

|                             |                         |
|-----------------------------|-------------------------|
| Megatronicka .....          | 7                       |
| АФАГО+ .....                | 64-65                   |
| Глобал Инжиниринг .....     | 3-я обложка, вклейка    |
| Золотой шар .....           | вклейка                 |
| ЗПП, г. Йошкар-Ола .....    | 85                      |
| ИНЕЛСО .....                | 137                     |
| ИНТЕГРАЛ .....              | 118-119                 |
| Клевер Электроникс .....    | 5                       |
| Компонента .....            | 149                     |
| Кулон .....                 | вклейка                 |
| ЛионТех .....               | 1                       |
| Микран .....                | вклейка                 |
| МикроЭМ Технологии .....    | 63                      |
| Микроволновые системы ..... | вклейка                 |
| Монолит .....               | клапан под 1-й обложкой |

|  |                 |
|--|-----------------|
| НКТ .....                                      | 29              |
| Новатор .....                                  | 107             |
| Новосибирский завод радиодеталей «Оксид» ..... | 71              |
| Новые технологии .....                         | вклейка, 81     |
| НТО .....                                      | 125             |
| НЭК .....                                      | 31              |
| Оптоэлектронные системы .....                  | 131             |
| Остек-Интегра .....                            | вклейка         |
| Остек-ЭК .....                                 | 163             |
| ПЛАНАР .....                                   | 25              |
| Планар (КБТЭМ-ОМО) .....                       | 2-я обложка, 35 |
| ПриСТ .....                                    | 173             |
| Прогресс, НИИМА .....                          | 4-я обложка     |
| Промтехэкспо .....                             | 153             |
| ПРОТЕХ .....                                   | 59              |

|                                    |                 |
|------------------------------------|-----------------|
| Радиокомп .....                    | 33              |
| Руднев-Шиляев .....                | 124             |
| СДС Электроникс .....              | 3               |
| СМП .....                          | 26, 34          |
| ТЕСТПРИБОР .....                   | 74-75           |
| Центр АЦП .....                    | 9               |
| Центр Профессиональной Обуви ..... | 11              |
| ЭкспоЭлектроника .....             | 49              |
| Электонд .....                     | 145             |
| Электро .....                      | 95              |
| Электроника России .....           | 61              |
| ЭЛМА .....                         | 1-я обложка, 21 |
| Эл-Сириус .....                    | вклейка         |
| ЭСТО .....                         | 143             |

## TEST AND MEASUREMENT

N. Lemeshko, M. Gorelkin

### FEATURES OF THE APPLICATION OF MULTICHANNEL SIGNAL GENERATORS USING THE EXAMPLE OF NOSEAN MSG5000 SERIES DEVICES

PART 2

The second part of the article presents information on the characteristics and functional features of the MSG5000 series generators from Nosean, as well as the results of an experimental assessment of keeping the signals phase conditions of these devices in the unmodulated carrier and pulse modulation modes.

**Keywords:** Nosean MSG5000 series multichannel signal generator, signal phase coherence, frequency and power sweep, amplitude/phase/frequency/pulse modulation, harmonic component level

N. Lemeshko, A. Agureev, T. Pleshkova

### DYNAMIC RANGE OF SPECTRUM ANALYZERS: FEATURES OF ASSESSMENT AND ACCOUNTING DURING MEASUREMENTS

PART 2

The article analyzes the methods of experimental determination of the dynamic range of spectrum analyzers and reveals their essential features. The results of such measurements for SK4-MAX6 series spectrum analyzers in the frequency range from 10 kHz to 26.5 GHz are presented.

**Keywords:** spectrum analyzer, dynamic range, intrinsic noise, intermodulation

M. Kalashnikova

### ECOLOGICAL SIGNIFICANCE AND MAIN OBJECTIVES OF THE STUDY OF POTENTIAL RADON HAZARD OF THE TERRITORY

The article examines the impact of potential radon hazard of territories on the environmental safety of the region and provides the necessary information for making informed decisions and taking measures to protect the environment from radiation exposure.

**Keywords:** radon, potential radon hazard, risk, minimization, measures, environmental safety

## КОНТРОЛЬ И ИЗМЕРЕНИЯ

Н. Лемешко, М. Горелкин

### ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МНОГОКАНАЛЬНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ СИГНАЛОВ НА ПРИМЕРЕ ПРИБОРОВ NOSEAN СЕРИИ MSG5000

ЧАСТЬ 2

Во второй части статьи представлена информация о характеристиках и функциональных особенностях генераторов серии MSG5000 от компании Nosean, а также результаты экспериментальной оценки сохранения фазовых соотношений между сигналами этих приборов в режиме немодулированной несущей и импульсной модуляции.

**Ключевые слова:** многоканальный генератор сигналов серии MSG5000 от Nosean, фазовая когерентность сигналов, свипирование по частоте и мощности, амплитудная/фазовая/частотная/импульсная модуляция, уровень гармонических составляющих

Н. Лемешко, А. Агуреев, Т. Плешкова

### ДИНАМИЧЕСКИЙ ДИАПАЗОН АНАЛИЗАТОРОВ СПЕКТРА: ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ И УЧЕТА ПРИ ИЗМЕРЕНИЯХ

ЧАСТЬ 2

Проанализированы методы экспериментального определения динамического диапазона анализаторов спектра и выявлены их существенные особенности, а также приведены результаты таких измерений для анализаторов спектра серии СК4-MAX6 в диапазоне частот от 10 кГц до 26,5 ГГц.

**Ключевые слова:** анализатор спектра, динамический диапазон, собственный шум, интермодуляция

М. Калашникова

### ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ РАДОНООПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ

В статье рассматривается влияние потенциальной радоноопасности территорий на экологическую безопасность региона, предоставляется необходимая информация для принятия обоснованных решений и мер по защите окружающей среды от радиационного воздействия.

**Ключевые слова:** радон, потенциальная радоноопасность, риск, минимизация, меры, экологическая безопасность

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Бабаян Борис Арташесович, чл.-корр. РАН, д. т. н., профессор  
Борисов Юрий Иванович, д. т. н., профессор  
Верник Петр Аркадьевич  
Вишневский Владимир Миронович, д. т. н., профессор  
Гамкрелидзе Сергей Анатольевич, д. т. н., профессор  
Гуляев Юрий Васильевич, академик РАН, д. ф.-м. н., профессор  
Жуков Александр Олегович, д. т. н., профессор  
Красников Геннадий Яковлевич, академик РАН, д. т. н., профессор  
Критенко Михаил Иванович, к. т. н.  
Куцько Павел Павлович, к. т. н.  
Лебедев Никита Андреевич, д. э. н., профессор  
Лукичев Владимир Федорович, чл.-корр. РАН, д. ф.-м. н.

Переверзев Алексей Леонидович, д. т. н.  
Портной Сергей Львович, д. т. н., профессор  
Сазонов Василий Викторович, д.ф.-м.н., доцент  
Сигов Александр Сергеевич, академик РАН, д. ф.-м. н., профессор (главный редактор)  
Тельпухов Дмитрий Владимирович, д.т.н., профессор  
Хачатурян Арутюн Арутюнович, д. э. н., профессор  
Цветков Валерий Анатольевич, чл.-корр. РАН, д. э. н., профессор  
Черепенин Владимир Алексеевич, академик РАН, д. ф.-м. н., профессор  
Шахнов Вадим Анатольевич, чл.-корр. РАН, д. т. н., профессор  
Шпак Василий Викторович, к. э. н.  
Якунин Александр Сергеевич, к. социол. н.

## INFORMATION AND TELECOMMUNICATION SYSTEMS

I. Chikvarkin

### NIIMA «PROGRESS»: WIRELESS COMMUNICATIONS AND NAVIGATION SOLUTIONS FOR VARIOUS DEVICES – DATA EXCHANGE, NAVIGATION AND COMMUNICATIONS

PART 2

The article reviews the specific examples of domestic navigation, navigation-communication and radio modules developed by specialists of NIIMA "Progress" JSC. Information is provided on their presence in the 719 and 878 RF PP registers. Planned developments are modules of new generations of Wi-Fi, Bluetooth and 5G standard.

**Keywords:** navigation receiver, 2G/3G modem, 4G LTE and PR1803 module series

E. Starovoytov, E. Skiba

### LASER LOCATION SYSTEMS 3D FLASH LADAR FOR INTELLIGENT TRANSPORT NAVIGATION

Laser location systems or lidars are one of the main types of sensors used in unmanned vehicles and mobile robots. The article considers the lidars with optical-mechanical scanning, based on 3D Flash Ladar technology and a hybrid scheme.

**Keywords:** LLS, laser location, ADAS system, autolidars, 3D cameras, photodetector

## INDUSTRIAL ELECTRONICS AND EMBEDDED SYSTEMS

A. Bekmachev

### BLITZSensor. INERTIAL SENSOR STUDIO: FROM HIGH-PRECISION SYSTEMS TO ELECTRIC SCOOTERS

Sensors manufactured under the BLITZSensor brand are widely used in projects of various classes. The article presents an overview of technical solutions and products of BLITZSensor, which make high-precision motion parameter measurement systems available even when implementing low-budget tasks.

**Keywords:** inertial sensors, digital inclinometers, BLITZSensor, angle-sensing transducers, gyroscopes, inertial navigation systems, accelerometers

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

И. Чикваркин

### НИИМА «ПРОГРЕСС»: БЕСПРОВОДНАЯ СВЯЗЬ И НАВИГАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ УСТРОЙСТВ – ОБМЕН ДАННЫМИ, НАВИГАЦИЯ И СВЯЗЬ ЧАСТЬ 2

Рассмотрены конкретные примеры отечественных навигационных, навигационно-связных и радиомодулей, которые разработаны специалистами АО «НИИМА «Прогресс». Приводятся сведения о нахождении их в реестрах 719 и 878 ПП РФ. Планируемые разработки – модули новых поколений Wi-Fi, Bluetooth и стандарта 5G.

**Ключевые слова:** навигационный приемник, модем 2G/3G, серии модулей 4G LTE и ПР1803

Е. Старовойтов, Е. Скиба

### ЛАЗЕРНЫЕ ЛОКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ 3D FLASH LADAR ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ НАВИГАЦИИ ТРАНСПОРТА

Лазерные локационные системы или лидары являются одним из основных типов датчиков, применяемых на беспилотном транспорте и в мобильных роботах. Рассмотрены лидары с оптико-механическим сканированием на базе технологии 3D Flash Ladar и гибридной схемы.

**Ключевые слова:** ЛЛС, лазерная локация, система ADAS, автолидары, 3D-камеры, ФПУ

## ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА И ВСТРАИВАЕМЫЕ СИСТЕМЫ

А. Бекмачев

### BLITZSensor. АТЕЛЬЕ ИНЕРЦИАЛЬНЫХ ДАТЧИКОВ: ОТ ВЫСОКОТОЧНЫХ СИСТЕМ ДО ЭЛЕКТРОСАМОКАТОВ

Датчики, выпускаемые под брендом BLITZSensor, широко применяются в проектах разного класса. В статье представлен обзор технических решений и продуктов BLITZSensor, которые делают доступными высокоточные системы измерения параметров движения даже при реализации малобюджетных задач.

**Ключевые слова:** инерциальные датчики, цифровые инклинометры, BLITZSensor, датчики угла, гироскопы, инерциальные навигационные системы, акселерометры

ИЗДАТЕЛЬ И УЧРЕДИТЕЛЬ – РИЦ «ТЕХНОСФЕРА»

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР: О. Казанцева

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР: А. Сигов

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА: Ю. Ковалевский

ВЫПУСКАЮЩИЙ РЕДАКТОР: В. Матвеева

РЕДАКТОРЫ РАЗДЕЛОВ: В. Ежов, Н. Елисеев, Е. Каспарова, И. Кокорева

ЛИТЕРАТУРНЫЙ РЕДАКТОР: Л. Петрова

КОРРЕКТОР: А. Лужкова

КОМПЬЮТЕРНАЯ ВЕРСТКА: М. Козина

РЕКЛАМА

Директор по развитию: Г. Логинова | recntb@electronics.ru

Зам. директора по развитию: О. Лаврентьева | olesya200707@bk.ru

Менеджер по рекламе: Л. Карякина | rec-knigi@electronics.ru

ПОДПИСКА: Е. Зайкова | magazine@technosphaera.ru

СБЫТ: А. Метлов | sales@electronics.ru

www.electronics.ru; elibrary.ru; www.e.lanbook.ru

АДРЕС РЕДАКЦИИ

Москва, ул. Краснопролетарская, 16, стр. 2

✉ 125319, Москва, а/я 91 | redactor@electronics.ru

☎ +7 495 234-0110 ☎ +7 495 956-3346

## ARTIFICIAL INTELLIGENCE

M. Makushin

### ARTIFICIAL INTELLIGENCE: 138 NEW ARCHITECTURES OF AI PROCESSORS AND EXPANDING ROLE IN IC DESIGN

The article considers the new architectures of AI processors, allowing to balance their speed and efficiency. It is noted that the role of AI in IC design is constantly expanding as CAD tools become more complex.

**Keywords:** 2.5D and 3.5D architectures, processor, SRAM, data centers, edge computing, AI in CAD

## DISPLAY DEVICES

A. Pavlenko

### OLED TECHNOLOGY IN MEDICAL EQUIPMENT 148

The article discusses the types of OLED displays, their advantages and the types of medical equipment they are used in. The features of OLED displays manufactured by WiseChip are considered.

**Keywords:** OLED display, contrast, brightness, viewing angles, response time, ultrasound scanners, endoscopes, patient monitors

## DESIGN SOLUTIONS

V. Ivanov, D. Sukhanov

### TRENDS IN PACKAGING AND ASSEMBLY 154 OF DISCRETE POWER COMPONENTS BASED ON MOSFETS

The article considers various types of power semiconductor devices. Information is provided on different types of packages for power components based on MOSFETs offered by a number of manufacturers.

**Keywords:** transistor, package, assembly

## ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

М. Макушин

### ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ: НОВЫЕ АРХИТЕКТУРЫ ИИ ПРОЦЕССОРОВ И РАСШИРЕНИЕ РОЛИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ИС

Рассматриваются новые архитектуры ИИ процессоров, позволяющих сбалансировать их быстродействие и эффективность. Отмечается, что роль ИИ в проектировании ИС постоянно расширяется по мере усложнения инструментальных средств САПР.

**Ключевые слова:** 2,5D- и 3,5D-архитектуры, процессор, СОЗУ, центры обработки данных, краевые вычисления, ИИ в САПР

## СРЕДСТВА ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

А. Павленко

### OLED-ТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНСКОМ ОБОРУДОВАНИИ 148

В статье обсуждаются разновидности OLED-дисплеев, их преимущества и типы медицинского оборудования, в которых они применяются. Рассмотрены особенности OLED-дисплеев, выпускаемых компанией WiseChip.

**Ключевые слова:** OLED-дисплей, контрастность, яркость, углы обзора, время отклика, ультразвуковые сканеры, эндоскопы, мониторы состояния пациентов

## КОНСТРУКТОРСКИЕ РЕШЕНИЯ

В. Иванов, Д. Суханов

### ТЕНДЕНЦИИ КОРПУСИРОВАНИЯ И СБОРКИ 154 ДИСКРЕТНЫХ СИЛОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА БАЗЕ ПОЛЕВЫХ МОП-ТРАНЗИСТОРОВ

Рассмотрены различные виды силовых полупроводниковых устройств. Приведена информация о корпусах разных типов для силовых элементов на базе полевых МОП-транзисторов, предлагаемых рядом производителей.

**Ключевые слова:** транзистор, корпус, сборка

## ПОДПИСКА

АО «Почта России», индекс ПМ418.

ООО «Урал-Пресс Округ».

ООО «Руспресса».

ООО «Агентство «Книга-Сервис».

ООО «ГЛОБАЛПРЕСС».

ООО «СЕРВИСПРЕСС».

В редакции журнала:

☎ +7 495 234-01-10 (доб. 335)

✉ magazine@technosphera.ru

## ПОДПИСАТЬСЯ НА ЭЛЕКТРОННУЮ ВЕРСИЮ МОЖНО НА САЙТАХ

www.electronics.ru, elibrary.ru, www.e.lanbook.ru

За содержание рекламных материалов редакция ответственности не несет.

ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес © перерегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций 7 сентября 2017 г., **ПИ №ФС77-70995**.

Журнал издается с 1996 года. С 2015 – 10 раз в год.

Номер сдан в печать 19 ноября 2024 г.

Отпечатано в ООО «Юнион Принт», г. Н.Новгород,

ул. Окский съезд, д. 2. Номер заказа 242898.

Тираж 7000 экз. Цена договорная.

© При перепечатке ссылка на журнал «ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ» обязательна. Мнение редакции не всегда совпадает с точкой зрения авторов статей. Рукописи рецензируются, но не возвращаются. Аннотации и ключевые слова статей на русском и английском языках приведены на сайте www.electronics.ru. Срок рассмотрения рукописей – 5 недель.



## RELIABILITY AND VALIDATION

P. Varlamov, V. Lelyaev

### ACOUSTIC MICROSCOPY: 164 DETECTING HIDDEN DEFECTS

The article discusses one of the most effective methods of microelectronic component non-destructive testing – ultrasonic acoustic microscopy, used to detect hidden defects.

**Keywords:** hidden defects, ultrasonic acoustic microscopy, non-destructive testing methods, acoustic scanning

K. Epifantsev

### REVIEW OF DOMESTIC INNOVATIVE METHODS 168 OF MANUFACTURING DEVICES FOR MONITORING SHAPE AND PROFILE DEFECTS

The article describes the principles of operation of control and measuring devices for analyzing the contour of parts and surface treatment defects. A comparative study of roundness testers from various manufacturers is carried out and the relevance of using domestic measuring systems is substantiated.

**Keywords:** roundness tester, contourograph, roughness sensor, import substitution

K. Epifantsev, O. Kurkova

### AUTOMATION AND CALIBRATION OF A MULTIPLEX SYSTEM 174 OF SHAPE DEFECTS MEASUREMENT SENSORS

The article considers the possibility of replacing the contact probe of the Roundtest RA-120P roundness tester with a contactless triplex sensor. The potential automation of measurements that becomes possible as a result of this replacement is discussed.

**Keywords:** roundness tester, shape defects, laser sensor, eddy current sensor, capacitive sensor

## TRAINING & EDUCATION

T. Krupkina, M. Kulpinov, V. Losev, M. Putrya,  
Yu. Chaplygin, A. Balashov

### THE PROFESSIONAL STANDARD IN THE FIELD OF PHOTONICS 180 AS A TOOL FOR PROVIDING THE INDUSTRY WITH HIGHLY QUALIFIED PERSONNEL

The article presents a draft of the professional standard in the field of integrated photonics, which summarizes the labor market requirements for the qualifications of specialists creating innovative technologies. The standard will be in demand for training and developing the competencies of enterprise personnel, as well as for developing professional educational programs.

**Keywords:** nanophotonics, integrated photonics, photonic ICs, personnel training, professional standard

## НАДЕЖНОСТЬ И ИСПЫТАНИЯ

П. Варламов, В. Леляев

### АКУСТИЧЕСКАЯ МИКРОСКОПИЯ: 164 ВЫЯВЛЕНИЕ СКРЫТЫХ ДЕФЕКТОВ

В статье рассматривается один из наиболее эффективных методов неразрушающего контроля микроэлектронных компонентов – ультразвуковая акустическая микроскопия, применяемая для выявления скрытых дефектов.

**Ключевые слова:** скрытые дефекты, ультразвуковая акустическая микроскопия, методы неразрушающего контроля, акустическое сканирование

К. Епифанцев

### ОБЗОР ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ИННОВАЦИОННЫХ 168 МЕТОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ПРИБОРОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ДЕФЕКТОВ ФОРМЫ И ПРОФИЛЯ

В статье описываются принципы работы контрольно-измерительных приборов для анализа контура деталей и дефектов обработки поверхностей. Проведен сравнительный анализ кругломеров различных производителей и обоснована актуальность применения отечественных измерительных систем.

**Ключевые слова:** кругломер, контурограф, датчик шероховатости, импортозамещение

К. Епифанцев, О. Куркова

### АВТОМАТИЗАЦИЯ И КАЛИБРОВКА МУЛЬТИПЛЕКСНОЙ 174 СИСТЕМЫ ДАТЧИКОВ ИЗМЕРЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ФОРМЫ

В статье рассматривается возможность замещения контактного щупа кругломера Roundtest RA-120P на бесконтактный триплексный датчик. Обсуждается потенциальная автоматизация измерений, которая становится возможной в результате этой замены.

**Ключевые слова:** кругломер, дефекты формы, лазерный датчик, вихретоковый датчик, емкостный датчик

## ПОДГОТОВКА КАДРОВ

Т. Крупкина, М. Кульпинов, В. Лосев, М. Путря,  
Ю. Чаплыгин, А. Балашов

### ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ В ОБЛАСТИ 180 ФОТОНИКИ КАК ИНСТРУМЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОТРАСЛИ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫМИ КАДРАМИ

Представлен проект профессионального стандарта в области интегральной фотоники, который обобщает требования рынка труда к квалификации специалистов, создающих инновационные технологии. Стандарт будет востребован для обучения и развития компетенций персонала предприятий, а также для разработки профессиональных образовательных программ.

**Ключевые слова:** нанофотоника, интегральная фотоника, фотонные интегральные схемы, подготовка кадров, профессиональный стандарт