

**Главный редактор**

Правосудов Павел Викторович | pavel@fsmedia.ru

**Заместитель главного редактора**

Ольга Дорожкина (Зайцева) | olga\_z@fsmedia.ru

**Выпускающий редактор**

Ксения Притчина | ksenia.pritchina@fsmedia.ru

**Редактор**

Наталья Новикова | Natalia.Novikova@fsmedia.ru

**Редакционная коллегия**Александр Фрунзе,  
Иосиф Каршенбойм,  
Виктор Лиференко, д. т. н., профессор  
Владимир Махов, д. т. н.**Дизайн и верстка**

Ольга Ворченко | olga@fsmedia.ru

**Отдел рекламы**

Ирина Миленина | irina@fsmedia.ru

**Отдел подписки**

podpiska@fsmedia.ru

**Москва**ул. Южнопортовая, д. 7, строение Д, этаж 2  
Тел./факс: (495) 987-3720**Санкт-Петербург**197046, Санкт-Петербург, Петроградская наб.,  
д. 34 литер Б, помещение 1-Н, офис 321в  
Тел. (812) 438-1538  
Факс (812) 346-0665  
e-mail: compitech@fsmedia.ru, web: [www.kit-e.ru](http://www.kit-e.ru)**Республика Беларусь**«ПремьерЭлектрик»  
Минск, ул. Маяковского, 115, 7-й этаж  
Тел./факс: (10\*37517) 297-3350, 297-3362**Отдел распространения**Санкт-Петербург:  
Виктор Золотарев | victor.zolotarev@fsmedia.ru**Подписные индексы**

Каталог агентства «Роспечать»	80743
Каталог «Почта России»	
полугодие	60194
год	60195

Журнал «Компоненты и технологии» зарегистрирован  
Управлением Федеральной службы по надзору  
в сфере связи, информационных технологий  
и массовых коммуникаций по Санкт-Петербургу  
и Ленинградской области.  
Свидетельство о регистрации  
ПИ №ТУ 78-00653 от 23 июля 2010 года.**Учредитель**

ООО «Издательство Файнстрит»

**Адрес редакции**

197046, Санкт-Петербург, Петроградская наб.,

д. 34 литер Б, помещение 1-Н, офис 321в

**Издатель ООО «Медиа КиТ»**

197046, Санкт-Петербург, Петроградская наб.,

д. 34 литер Б, помещение 1-Н, офис 321в

**Отпечатано в типографии «Премиум Пресс»**

197374, Санкт-Петербург, ул. Оптиков, 4.

Дата выхода в свет 29.01.21

Тираж 6000 экз.

Свободная цена

Редакция не несет ответственности за информацию,  
приведенную в рекламных материалах.  
Полное или частичное воспроизведение материалов  
допускается с разрешения  
ООО «Медиа КиТ».Журнал включен в Российский индекс  
научного цитирования (РИНЦ).  
На сайте Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU  
([www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)) доступны полные тексты статей.  
Статьи из номеров журнала текущего года  
предоставляются на платной основе.

Возрастное ограничение 12+

## Содержание

### Рынок

**Вадим ЧЕРНЫЙ**

Что на уме у инженера?

6

### Датчики

**Григорий ПОРТНОЙ,**  
**Олег БОЛОТИН,**  
**Константин РАЗУМОВСКИЙ,**  
**Олег ЯЦЕНКО**Эволюция  
современных преобразователей  
основных электрических величин

10

**Дмитрий ДАНИЛЬЦЕВ,**  
**Александр КАБАНОВ,**  
**Юрий ПОНОМАРЁВ**  
Инерциальные МЭМС-системы  
от НПП «ГИРОНАВ»

16

**Джефф ВАТСОН (Jeff WATSON)**  
**Перевод: Михаил РУССКИХ**МЭМС-гироскопы:  
прецизионное измерение  
угловой скорости  
в высокотемпературных средах

18

**Александр ЗЕЙНИКОВ**Датчики  
для медицинского оборудования:  
энкодер с отражающим модулем

22

**Александр ШВЕДОВ**1000 Гц при разрешении 21 Мп,  
возможно ли это?  
Взгляд на современные серийно  
производимые высокоскоростные  
КМОП-сенсоры

26

**Никита ЛЮТЕЦКИЙ**Сенсор для сверхбыстрого измерения  
потоков малой скорости

30

**Денис ДЕНИСОВ,**  
**Владимир АПАРИН**Революция в технологии  
датчиков CO<sub>2</sub>

34

### Компоненты

**Владимир РЕНТЮК**Электромагнитные реле  
компаний Omron  
серий G6RN и G2RL:  
лошадей на переправе не меняют,  
не правда ли?

38

**Владимир РЕНТЮК,**  
**Геннадий ШТРАПЕНИН**Фильтры электромагнитных помех  
компаний Cosel:  
японское качество и надежность,  
проверенные временем.  
Часть 1.Зачем нужны фильтры ЭМП,  
почему лучше купить,  
а не делать самим,  
как их выбирать  
и у кого приобретать

44

Микросхема универсального  
операционного усилителя 1467УД8Т  
категории качества «ВП»

49

**Владимир МАКАРЕНКО**Преобразователь частоты  
со встроенным синтезатором  
и сверхмалым уровнем  
фазового шума

50

**Тан-Куй ЦЗЭН (Tang-Kui TSENG),**  
**Су-Сянь ВУ (Szu-Hsien WU)****Перевод:****Владимир АПАРИН,****Денис ДЕНИСОВ**Преимущества  
приемопередатчиков  
интерфейса RS-232  
с встроенными TVS-диодами

54

**Хакан УЭНЛУ (Hakan UENLUE)****Перевод и дополнения:****Владимир РЕНТЮК**Как программно-конфигурируемое  
оборудование помогает повысить  
гибкость промышленных модулей  
ввода/вывода

60

**Editor-in-chief**

Pavel Pravosudov | pavel@fsmedia.ru

**Deputy of editor-in-chief**

Olga Dorozhkina (Zaytseva) | olga\_z@fsmedia.ru

**Managing editor**

Ksenia Pritchina | ksenia.pritchina@fsmedia.ru

**Editor**

Natalia Novikova | Natalia.Novikova@fsmedia.ru

**Editorial staff**

Alexander Frunze  
Victor Liferenko  
Joseph Karshenbojm  
Vladimir Mahov

**Design and layout**

Olga Vorchenko—  
| olga@fsmedia.ru

**Advertising department**

Irina Milenina | irina@fsmedia.ru

**Subscription department**

podpiska@fsmedia.ru

**Moscow**

7, building D, floor 2, Yuzhnoportovy str.,  
Moscow, Russia  
Tel. +7 (495) 987-3720

**St. Petersburg**

of. 321v., pom 1-H, b. 34 "B",  
Petrogradskaya Emb.,  
St. Petersburg,  
197046, Russia  
Tel. (812) 438-1538  
Fax (812) 346-0665  
e-mail: compitech@fsmedia.ru  
web: www.kit-e.ru

**Belarus Republic**

Minsk, Premier Electric  
Tel./fax: (10\*37517) 297-3350,  
297-3362

**Circulation department**

St. Petersburg:  
Victor Zolotarev | victor.zolotarev@fsmedia.ru

**Subscription index****for Components & Technologies**

Rospetchat Agency catalogue  
subscription index 80743

Age limit 12+

## Содержание

**Владимир МАКАРЕНКО**

Прецизионный  
микромодуль ADAQ4003  
для систем сбора данных

66

**Алексей ГРЕБЕННИКОВ**

Новая линейка  
AVR-микроконтроллеров

73

**Виктор ЖДАНКИН**

Радиационно стойкие  
преобразователи напряжения  
для работы от сети постоянного  
повышенного напряжения 100/120 В

78

### Силовая электроника

**Константин ВЕРХУЛЕВСКИЙ**

Компоненты Apex Microtechnology  
на основе карбида кремния

86

### Встраиваемые системы

**Перевод:****Дмитрий РУДАКОВ**

Безопасность  
«Интернета вещей»,  
встроенная в карты памяти.  
Универсальное решение от Swissbit

92

### Проектирование

**Пётр ПОЗДНЯКОВ**

Разработка приложений  
для СнК SmartFusion2  
с использованием Libero SoC  
и SoftConsole. Часть 15.  
Пример проекта видекамеры

94

**Владимир МАХОВ,  
Владислав ШИРОБОКОВ,  
Александр ЕМЕЛЬЯНОВ,  
Александр ЗАКУТАЕВ**

Направления развития  
программно-алгоритмического  
комплекса оптико-электронных систем  
наблюдения за удаленными объектами

100

### Технологии

**Эрик БОГАТИН (Dr. Eric BOGATIN)**

Выбор входного  
импеданса осциллографа:  
50 Ом или 1 МОм?

106

**Илья НОВОЖИЛОВ**

Спектральные эллипсометры  
Semilab SE-1000 и SE-2000  
для научно-исследовательских  
и производственных задач

108