

**Директор**  
Павел Правосудов pavel@fsmedia.ru

**Главный редактор**  
Сергей Анатольевич Веретенников  
svr@fsmedia.ru

**Координатор проекта**  
Ольга Дорожкина (Зайцева) olga\_z@fsmedia.ru

**Выпускающий редактор**  
Жанна Гордеевцева zh.gordeevceva@fsmedia.ru

**Технический консультант**  
Аркадий Медведев medvedevam@bk.ru

**Дизайн и верстка**  
Ольга Ворченко, Дмитрий Никаноров

**Редактор**  
Наталья Новикова Natalia.Novikova@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**  
197101, Петроградская наб., д. 34, лит. Б  
Тел./факс (812) 438-1538  
E-mail: compitech@fsmedia.ru  
web: www.tech-e.ru

**Республика Беларусь**  
«ПремьерЭлектрик»  
г. Минск, ул. Маяковского, д. 115, 7-й этаж  
Тел./факс: (10\*37517) 297-3350, 297-3362

Журнал «Технологии в электронной промышленности» зарегистрирован Управлением Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций по Северо-Западному федеральному округу. Свидетельство о регистрации ПИ № ТУ 78-01935 от 17.10.2016 г.

**Учредитель**  
ООО «Медиа Группа 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

**Подписные индексы**  
Каталог агентства «Роспечать» – 36085  
Каталог «Вся пресса» – 36085

Дата выхода в свет 31.01.20  
Тираж 4000 экз.  
Свободная цена

Отпечатано в типографии «Премиум Пресс»  
197374, Санкт-Петербург, ул. Оптиков, 4.

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

Возрастное ограничение 12+

# В номере:

## Рынок

**Алексей Смышляев**

Производство + учеба:  
чувашский опыт решения проблемы кадров.....6

## Обработка кабелей и жгутов

**Алексей Горбач**

Модернизация жгутового производства  
для изделий специального назначения: итоги 2019 года.....12

**Сергей Сидоров, Антон Еремин**

Современный подход  
к производству кабельных сборок  
и линий передачи информации .....16

**Андрей Печенев**

Лазерные технологии  
для изготовления жгутов проводов .....22

## 3D-MID

**Олег Симонов**

Современные возможности печати трехмерных объектов  
в микромасштабе .....26

## Технология сборки

**Илья Немеляйнен**

Каким должен быть  
универсальный автомат поверхностного монтажа .....30

**Джеффри Лю (Jeffery Liu)**  
**Перевод: Владимир Рентюк**

Проблемы технологии монтажа  
в отверстия оплавлением .....34

**Сергей Махлаков**

Теплоотвод в светодиодных устройствах:  
что скрывается за значениями теплопроводности .....40

**Ксения Бунтян**

Отечественное оборудование для рентгеновского контроля .....44

**Хикмат Чаммас (Hikmat Chammas)**

Технология встраивания пассивных компонентов.....46

## Director

Pavel Pravosudov pavel@fsmedia.ru

## Editor-in-chief

Sergey Veretennikov svr@fsmedia.ru

## Project manager

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

## Managing editor

Zhanna Gordeevceva  
zh.gordeevceva@fsmedia.ru

## Editorial staff

Arkadiy Medvedev medvedevam@bk.ru

## Editorial

Natalia Novikova Natalia.Novikova@fsmedia.ru

## Design and layout

Olga Vorchenko  
Dmitry Nikanorov

## Advertising department

Irina Milenina irina@fsmedia.ru

## Subscription department

podpiska@fsmedia.ru

## Editorial office

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

of. 321v., пом 1Н, б. 34 "В",  
Petrogradskaya Emb.,  
St. Petersburg,  
197101, Russia  
Tel./fax +7 (812) 438-1538  
E-mail: technology@fsmedia.ru  
www.tech-e.ru

## Representative office in Belarus

Minsk, Premier Electric  
Tel. (10+37517) 297-3350, 297-3362  
E-mail: murom@premier-electric.com

## Subscription index

### for Technologies in Electronic Industry

Rospetchat Agency catalogue  
subscription index 36085

All press catalogue

subscription index 36085

# В номере:

## Микроэлектроника

### Дмитрий Суханов

Дополненная реальность. Готово ли к этому шагу  
микроэлектронное серийное производство? .....52

### Андрей Колбасов,

**Тимо Кубш (Timo Kubsch), Матиас Фетке (Matthias Fettke),  
Георг Фридрих (Georg Friedrich), Торстен Тойч (Thorsten Teutsch)**  
**Перевод: Сергей Воробьев**

Применение технологии вертикального монтажа  
и лазерной пайки кристаллов для сборки 3,5D-конструкций  
многокристалльных модулей. ....56

## Стандарты

По ГОСТу: технические требования  
при монтаже в сквозные отверстия .....64

## Список рекламы

Диполь НПФ, ООО .....	2-я обл., 55
Кварц, АО .....	15
Клевер Электроникс, ООО .....	1
Новосибирская Электронная Компания, ООО .....	33
Остек Предприятие, ООО .....	4-я обл.
ПРОТЕХ, ООО .....	3
Симметрон, ЗАО .....	5
Техно-Альянс Электроникс НТФ, ООО .....	21
УниверсалПрибор НПП, ООО .....	1-я обл.
Выставка "ChipExpo" .....	63
Выставка «ЭкспоЭлектроника» .....	3-я обл.
Выставка «Электро» .....	11
Выставка «Территория NDT» .....	68
Выставка "Cabex" .....	21