

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

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

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

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

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

**Редактор**  
Наталья Новикова      Natalia.Novikova@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) 467-45-85  
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.

Регистрационный номер  
и дата принятия решения о регистрации:  
серия ПИ № ТУ 78-02247 от 28 апреля 2022 г.

**Учредитель**  
ООО «Медиа КиТ»

**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**  
Агентство «Урал-Пресс» 88472  
«Почта России» П4217

Дата выхода в свет 16.09.22  
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

**Елена Набокова**

Козыри надо равнять .....6

**Александр Снегирев**

Топ-15 технологий в микроэлектронике. ....10

## Печатные платы

**Шигео Хашимото (Shigeo Hashimoto), Масаюки Кисо (Masayuki Kiso),  
Юкимори Ода (Yukinori Oda), Хорши Отаке (Horshi Otake),  
Джорж Майлад (George Milad), Дон Гудаузкас (Don Gudacauskas).  
Перевод: Ольга Очур**

Прямое иммерсионное золочение  
в качестве финишного покрытия .....12

**Грегор Лангер (Gregor Langer), Маркус Ляйтгеб (Markus Leitgeb),  
Йохан Николикс (Johann Nicolics), Михаэль Унгер (Michael Unger),  
Ганс Хошопф (Hans Hoschopf), Франц П. Венцль (Franz P. Wenzl)**

Решения по управлению  
тепловыми режимами печатных плат  
для применения в мощных силовых устройствах .....17

## Технология сборки

**Алексей Горбач**

Российские паяльные станции АЛЬФА:  
наша альтернатива санкционной продукции  
зарубежных производителей .....26

**Тим О'Нил (Tim O'Neill)**

О дозированной подаче паяльной пасты .....30

**Владимир Ланин, Евгений Литвин**

Автоматизация управления  
температурными профилями пайки .....32

**Бруно Толла (Bruno Tolla), Янронг Ши (Yanrong Shi),  
Сянг Вей (Xiang Wei)**

Химическое влияние на надежность сложных сборок .....36

**Энди Прайс (Andy Price), Боб ЛеПейдж (Bob LePage),  
Дэвид Кормьер (David Cormier), Джим Ренник (Jim Rennick)  
Перевод: Ольга Очур**

Охрупчивание золота:  
основные методы защиты электронных компонентов .....42

## Director

Pavel Pravosudov pavel@fsmedia.ru

## Editor-in-chief

Sergey Veretennikov svr@fsmedia.ru

## Project manager

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

## Editorial staff

Arkadiy Medvedev medvedevam@bk.ru

## Editorial

Natalia Novikova Natalia.Novikova@fsmedia.ru

## Design and layout

Olga Vorchenko  
Dmitry Nikanorov

## Subscription department

podpiska@fsmedia.ru

## Editorial office

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

of. 321v., pom 1H, b. 34 "B",  
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

## Subscription index for Technologies in Electronic Industry

Rospetchat Agency catalogue  
subscription index 36085

All press catalogue  
subscription index 36085

# В номере:

**Нарahari С. Пуджари (Narahari S. Pujari).**  
**Перевод: Ольга Очур**

Качество паяных соединений в солнечных панелях,  
произведенных по технологии Multi-Busbar. Часть 2. ....44  
**Сергей Махлаков**

Защита электроники в агрессивных окружающих средах .....48

**Фил Киннер (Phil Kinner). Перевод: Ольга Очур**

УФ-отверждаемые конформные покрытия:  
покрытия нового поколения увеличивают скорость  
и производительность производства .....50

**Елена Набокова**

Не все планетарные миксеры одинаково полезны.  
По крайней мере для «Виксинтов» У-1-18 и У-2-28 .....54

**Хангвей Лю (Hangwei Lu), Двани Мехта (Dhwani Mehta),  
Оливия Паради (Olivia Paradis), Навид Асадизанджани (Navid Asadizanjani),  
Марк Техранипур (Mark Tehranipoor), Деймон Л. Вудард (Damon L. Woodard).**  
**Перевод: Ольга Очур**

FICS-PCB: мультимодальный массив данных  
для систем автоматической оптической инспекции печатных плат. .56

## Испытания

**Евгений Нарубин, Константин Федосеенко**

Индукционные вибростенды серии I компании ETS Solutions .....62

## Микроэлектроника

**Александр Видрицкий, Владимир Ланин**

Сборка фотоприемных устройств методом Flip-Chip .....66

## Корпуса

**Андрей Востриков**

Калькулятор производства корпусов. ....69

## Антистатика

**Николай Усов**

Внутренний ЭСР-контроль .....70