

**Главный редактор**

Павел Викторович Правосудов | pavel@fsmmedia.ru

**Заместитель главного редактора**

Ольга Зайцева | olga\_z@fsmmedia.ru

**Выпускающий редактор**

Алина Жилина | alina.zhilina@fsmmedia.ru

**Новостной редактор**

Наталья Новикова | natalia.novikova@fsmmedia.ru

**Дизайн и верстка**

Дмитрий Никаноров | dmitry.nikanorov@fsmmedia.ru

**Отдел рекламы**

Ирина Миленина | irina@fsmmedia.ru

**Отдел подписки**

podpiska@fsmmedia.ru

**Отдел распространения**

Москва

115088, ул. Южнопортовая, д. 7, строение Д, этаж 2  
Тел./факс (495) 987-3720

**Санкт-Петербург**

197101, Санкт-Петербург, Петроградская наб.,  
д. 34, лит. Б  
e-mail: compitech@fsmmedia.ru  
web: www.fsmmedia.ru

**Республика Беларусь**

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

Дата выхода в свет 09.04.21

Тираж 3000 экз.

Свободная цена

Журнал «Беспроводные технологии»  
зарегистрирован Федеральной службой  
по надзору за соблюдением законодательства  
в сфере массовых коммуникаций и охране  
культурного наследия по Северо-Западному  
федеральному округу. Свидетельство  
о регистрации средства массовой информации  
ПИ № ФС 2-7791 от 07.11.2005.

Учредители ООО «Издательство Файнстрит»

Дружинина Галина Алексеевна

**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 «Преминум 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».  
Все рекламируемые товары и услуги имеют  
необходимые лицензии и сертификаты.

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+

# Содержание

## Компоненты

**Джесси Кавазос (Jessy Cavazos)**

5G для «Индустрии 4.0»: новые функции,  
варианты развертывания и особенности тестирования ..... 6

**Бильдж Бэйрэки (Bilge Bayrakci)**

**Перевод: Михаил Русских**

Микросхемы ADI для создания компактных радиостанций 5G  
с системами MIMO ..... 9

**Виктор Прапорщиков**

Применение фильтров на ПАВ в системах сотовой связи ..... 12

**Алексей Орешников**

Новый микроконтроллер Espressif  
для Wi-Fi- и Bluetooth-связи ..... 16

**Владимир Макаренко**

Многопротокольный Bluetooth 5-модуль RSL10  
со сверхнизким энергопотреблением ..... 18

**Алексей Рудневский**

Развитие «гнездовой» концепции Telit: модули линейки xE310 ..... 23

**Елена Козик**

Вега БС-3 — первая отечественная базовая станция LoRaWAN  
операторского класса ..... 26

**Сергей Гаманенко**

Радиомодемы «СПЕКТР 868»:  
радиоудлинители последовательных интерфейсов ..... 28

## Системы позиционирования

**Виктор Алексеев**

Новый прецизионный ГНСС-модуль u-blox MAX-M10S  
с ультранизким энергопотреблением ..... 30

## Интернет вещей

**Владимир Макаренко**

Многофункциональные модули беспроводной связи для систем IoT  
от компании Fibocom Wireless ..... 36

## Беспроводная зарядка

**Кристиан Мерц (Christian Merz), Кем Сом (Cem Som)**

**Перевод: Владимир Рентюк**

Анализ, проектирование и оптимизация комбинированной системы  
беспроводной передачи энергии на основе NFC ..... 40

## Отраслевые решения

**Сергей Маргарян**

Радиосеть управления и сбора данных  
для железнодорожных приложений. Часть 3 ..... 45

## Интеграция

**Григорий Охоткин, Дмитрий Игнатьев**

Расчет трассы цифровой радиорелейной связи ..... 50

**Демид Мамлеев**

Способ сокращения времени настройки радиорелейного интервала ..... 54

**Григорий Охоткин, Дмитрий Игнатьев**

Модернизация технологической радиорелейной связи:  
оценка применимости ..... 56

## Измерения

**Грег Джу (Greg Jue), Максим Соковишин**

**Перевод и пояснения: Владимир Рентюк**

Изучение сценариев совместимости 5G-технологии  
с помощью универсального испытательного стенда ..... 58