

Главный редактор
Павел Правосудов pavel@fsmedia.ru

Зам. главного редактора
Анна Соснина a.sosnina@mtu-net.ru

Выпускающий редактор
Елена Якименко elena.yakimenko@fsmedia.ru

Технический консультант
Андрей Колпаков

Новостной редактор
Наталья Новикова natalia.novikova@fsmedia.ru

Литературный редактор
Екатерина Трофимова

Дизайн и верстка
Дмитрий Никаноров dmitry.nikanorov@fsmedia.ru

Отдел рекламы
Ольга Зайцева olga_z@fsmedia.ru
Ирина Миленина irina@fsmedia.ru

Отдел подписки
Наталья Виноградова podpiska@fsmedia.ru

Москва
105120, Москва,
Нижняя Сыромятническая ул., 10, стр. 4, офис 218
Тел./факс: (495) 987-3720

Санкт-Петербург
197101, Санкт-Петербург,
Петроградская наб., 34, лит. Б
Тел. (812) 438-1538
Факс (812) 346-0665
E-mail: compitech@fsmedia.ru
www.power-e.ru

Республика Беларусь
«ПремьерЭлектрик»
Минск, ул. Маяковского, 115, 7-й этаж
Тел./факс: (10-37517) 297-3350, 297-3362
E-mail: murom@premier-electric.com

Подписной индекс
Каталог агентства «Роспечать» 20370
Агентство KSS 27039
Тел. в Киеве: (044) 270-6220, 270-6222

Подписано в печать 11.03.2016
Тираж 4000 экз.
Свободная цена

Журнал «Силовая электроника» зарегистрирован
Федеральной службой по надзору в сфере связи
и массовых коммуникаций. Свидетельство
о регистрации средства массовой информации
ПИ № ФС77-34160 от 26 ноября 2008 года.

Учредитель: ЗАО «Медиа Группа Файнстрит»
Издатель, редакция: ООО «Медиа КиТ»
197101, г. Санкт-Петербург,
Петроградская наб., 34Б
Отпечатано в типографии ООО «МЕДИАКОЛОР»
105187, г. Москва, ул. Вольная, 28

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.

В номере:

Рынок

От электростанции до потребителя без потерь 6

Силовая элементная база

Константин Верхулевский

Силовые диоды, транзисторы и модули компании Microsemi 10

Перевод: Евгений Карташов, Андрей Лебедев

Оценка стойкости диодов Wolfspeed SiC Шоттки
к dV/dt с помощью генератора импульсов
на основе лавинного транзистора. 18

**Валентин Мартыненко, Алексей Гришанин, Антон Самойлов,
Олеся Вельмискина, Татьяна Сергунина, Владимир Картаев**

Разработка и исследование мощного низкочастотного тиристора
с блокирующим напряжением 10 кВ 22

Приводы

Боб Золло (Bob Zollo)

Измерение частоты вращения двигателя постоянного тока
с помощью источника питания. 28

Источники питания

Альфio Скуто (Alfio Scuto), Антонио Гайто (Antonino Gaito)

Выбор полумостового резонансного LLC-преобразователя
и MOSFET первичной стороны 30

**Станислав Резников, Светлана Климова, Игорь Харченко,
Валерий Смирнов, Валерий Савостьянов**

Резервно-аккумуляторные источники бесперебойного питания
для автономных и сетевых систем электроснабжения
со звеном постоянного повышенного напряжения 34

Сергей Воробьев

Приведение системы электропитания к устойчивому состоянию . . . 41

Охлаждение

Мэрион Кинд (Marion Kind)

Перевод и комментарии: Андрей Колпаков

Охлаждение силовых модулей:
оценка эффективности жидкостных радиаторов
в различных режимах работы 46

Сварочное оборудование

**Владимир Горкунов, Андрей Васильев, Алексей Кириллов,
Александр Дзюба, Алексей Федотов, Николай Котляров**

Низкочастотные машины. 54

Editor-in-chief

Pavel Pravosudov pavel@fsmedia.ru

Managing editor

Elena Yakimenko elena.yakimenko@fsmedia.ru

Technical editor

Andrey Kolpakov

News Editor

Natalia Novikova natalia.novikova@fsmedia.ru

Literary editor

Ekaterina Trofimova

Design and layout

Dmitry Nikanorov dmitry.nikanorov@fsmedia.ru

Advertising department

Olga Zaytseva olga_z@fsmedia.ru
Irina Milenina irina@fsmedia.ru

Subscription department

Natalia Vinogradova podpiska@fsmedia.ru

Editorial office

105120, Russia, Moscow,
Nizhnaya Syromatnicheskaya str., 10, str 4, of. 218
Tel./Fax: (495) 775-1676

197101, Russia, St. Petersburg,
Petrogradskaya Emb., b. 34 "B"
Tel. (812) 438-1538
Fax (812) 346-0665
E-mail: compitech@fsmedia.ru
www.power-e.ru/eng.php

Representative office in Belarus

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

KSS agency

Tel. in Kiev: (044) 270-6220, 270-6222
Subscription index 27039

Системы индукционного нагрева

Дарья Мамаева, Юрий Зинин

Индукционные плавильные установки «ПАРАЛЛЕЛЬ»
с высокочастотным нагревом металлов58

Качество электроэнергии

Перевод и комментарии: Евгений Карташов, Анатолий Савельев

Улучшение качества электроэнергии
и снижение уровня гармоник64

Транспорт

Александр Беспалов, Елена Бахарь

Надежные решения в сложных ситуациях.
Электрооборудование Eaton в подвижном составе68

Софт

Сергей Герман-Галкин

Виртуальные лаборатории устройств силовой электроники
в среде MATLAB-Simulink. Урок 20. Аналитическое
и модельное исследование динамических характеристик
мехатронных систем с машиной двойного питания72

Список рекламы

Microchip Limited 5-я полоса
PT Electronics 1-я обл.
Айтекс, ООО71
АЛЕКСАНДЕР ЭЛЕКТРИК источники электропитания, ООО29
НПФ Диполь, АО вклейка
Компания Гамма 2-я обл.
Компания Квест, ООО16
ЛЕМ Россия, ООО66
ЛИГРА, ООО29
Макро групп, ООО27
Платан Компонентс, ЗАО33
Протон-Электротекс ТД, АО 3-я полоса, 39
РАДИАНТ-ЭК, АО45
СЕМИКРОН, ООО4-я об.
Силовая Электроника, ООО27
Системы управления и приборы, ОАО33
Элеконд, ОАО39
Выставка "Power Gen"17
Выставка "Testing & Control"40
Выставка "VacuumTechExpo"67
Выставка «АСПП-Сибирь»80
Выставка «Радиоэлектроника и приборостроение»63
Выставка «Силовая Электроника» 3-я обл.
Выставка «ЭкспоКонтроль»79
Выставка «ЭкспоЭлектроника»53
Выставка «Электро»9