

# Новые изделия фирмы Interpoint: DC/DC-преобразователи военного и специального назначения

**Виктор Жданкин (Москва)**

Представлены новые модели DC/DC-преобразователей фирмы Interpoint (США), предназначенные для применения в системах авиационно-космического и военного назначения. Приведены их основные технические характеристики, перечислены стандарты, требованиям которых соответствуют эти изделия.

В последнее время за рубежом и в нашей стране наблюдается устойчивая динамика модульного направления развития источников вторичного электропитания (ИВЭП) для различных образцов радиоэлектронной аппаратуры [1]. Широкое внедрение в практику модульных принципов построения радиоэлектронных средств военного и специального назначения является основой создания современной полной номенклатуры ИВЭП, так как унификация позволяет быстро создавать специальную аппаратуру, сокращать сроки сдачи систем электропитания.

Наиболее востребованной в настоящее время радиоэлектронной аппаратурой (РЭА), размещаемой на объектах наземной (стационарной и подвижной), морской, авиационной и космической техники, являются электронные модули электропитания с выходной мощностью 1,5...120 Вт, частотами преобразования более 200 кГц (360...675 кГц) и КПД 80...88%. При этом современные тенденции развития систем электрооборудования ав-

тономных объектов показывают, что только постоянное напряжение 27 В обязательно для всех типов самолётов, так как оно обеспечивает основное и аварийное электропитание особо важных потребителей, а при малой мощности систем основным номиналом может быть только 27 В [2].

На современном этапе создание новых военных и космических систем не обеспечено в полной мере отечественными электрорадиоизделиями (ЭРИ) и модулями, хотя за последние три года и достигнуты определённые успехи. Для обеспечения заданных тактико-технических характеристик разработчики РЭА вынуждены применять ЭРИ и модули электропитания иностранного производства. Применение элементной базы иностранного производства в военной технике в рамках установленных требований и процедур вполне допустимо (в России порядок применения импортной техники регламентирует приказ Министра обороны № 41 от 23.01.2001 «О порядке применения импортной комплектации в изделиях военной техники»).

Применение в военной и специальной аппаратуре комплектующих изделий иностранного производства – не редкость в любой из развитых стран мира. Производить в небольших количествах конкурентоспособные по цене на внутреннем и зарубежном рынке модули электропитания высокого качества принципиально невозможно. Только при серийном производстве можно добиться высокого качества при конкурентоспособной цене. Фирма Interpoint ([www.interpoint.com](http://www.interpoint.com)) (в настоящее время является подразделением корпорации CRANE Aerospace & Electronics) с 1969 г. занимается разработкой и производством высоконадёжных изделий энергетической электроники для военных и авиационно-космических [3], а также микроэлектронных изделий медицинского назначения (живильяемые дефибрилляторы, кардиостимуляторы, слуховые аппараты, нервные стимуляторы, а также насосы для подачи инсулина и других лекарств, вспомогательные системы для левого желудочка сердца и др.).

Центр по снабжению Министерства обороны США в Коламбусе (Defense Supply Center, Columbus – DSCC; [www.dsc.dla.mil](http://www.dsc.dla.mil)) сертифицировал производственные мощности фирмы Interpoint как отвечающие требованиям спецификаций MIL-PRF-38534 «Performance Specification, Hybrid Microcircuits, General Specification» Class K для производства DC/DC-преобразователей и помехоподавляющих фильтров, применяемых в бортовой аппаратуре космических аппаратов. Необходимо заметить, что Class K соответствует наивысшему уровню надёжности, который принят DSCC, и является более высокой ступенью по отношению к Class H (стандартный уровень качества для аппаратуры военного назначения). Требования к устройствам Class K подразумевают проверки конструктивного решения и

**Таблица 1. Квалификация производства фирмы Interpoint**

Стандарт	Соответствие
MIL-PRF-38534, Class H и Class K	Сертифицировано DSCC
ISO 9001	Сертифицированы производственные мощности в США и на Тайване
MIL-STD-975	Соответствует с ограничениями
MIL-I-45208	Соответствует
MIL-Q-9858	Interpoint следует требованиям этого стандарта по требованиям заказчиков
MIL-STD-45662	Соответствует
FED-STD-209	
MIL-STD-481	
DOD-STD-1686	

производственного процесса, отбора компонентов, обучение персонала и проведение серии испытаний изделий для применения в бортовых устройствах космических аппаратов (КА). Помимо сертификации, соответствующей Class K, Interpoint гордится внесением фирмы в список предпочтительных поставщиков NASA/Goddard Space Flight Center PPL-21 (Preferred Parts List).

Другими свидетельствами признания компании и качества её изделий являются внесение Interpoint в квалификационный перечень производителей (Qualified Manufacturers List – QML) по MIL-PRF-38534 и сертификация по ISO 9001. Перечень стандартов, требованиям которых отвечает производство Interpoint, приведён в табл. 1.

В данной статье представлены перспективные модули DC/DC-преобразователей для военных применений и радиационно-стойкие модули для космических применений фирмы Interpoint (США), поставки которых начнутся в 2005 – 2006 гг. Современная номенклатура радиационно-стойких изделий энергетической электроники фирмы Interpoint, методы повышения эксплуатационной надёжности этих изделий, в том числе и обеспечения стойкости к воздействию ионизирующих излучений, представлены в статьях [4, 5].

## НОВЫЕ СТАНДАРТНЫЕ ИЗДЕЛИЯ ДЛЯ ВОЕННЫХ ПРИМЕНЕНИЙ

### DC/DC-преобразователи серии MPE

DC/DC-преобразователи серии MPE по габаритам (37,08 × 28,7 × 8,38 мм – исполнение без фланцев; 50,93 × 28,7 × 8,38 мм – исполнение с монтажными фланцами) и расположению выводов полностью идентичны изделиям популярной серии MNF+ (см. рис. 1). Для моделей с низкими выходными напряжениями и большими токами нагрузки выводы корпуса имеют диаметр 1 мм. Вместо оптоэлектронной электрической изоляции (развязки) в цепи обратной связи применяется трансформатор.

По сравнению с существующими моделями серии MNF+ и изделиями конкурентов преобразователи характеризуются большей выходной мощностью и КПД (до 88%). При этом зависимость КПД от нагрузки (выход-



Рис. 1. Внешний вид DC/DC-преобразователя серии MPE283R3S (исполнение без крепёжных фланцев)

ной мощности и входного напряжения) является чрезвычайно плоской, то есть модули способны работать с максимальным КПД, рассеивать допустимую мощность, и их надёжность близка к максимальному значению во всём диапазоне мощностей. Зависимость КПД от выходной мощности показана на рис. 2. Учитывая тенденцию к снижению напряжения питания радиоэлектронных узлов, разработаны модели с выходными напряжениями 1,8 В с возможностью понижения до 1 В. Режим мягкого восстановления напряжения позволяет исключить выход за установленные пределы при частом переходе в дежурный режим, перерыве в подаче питания или при перегрузке. Преобразователи характеризуются низким уровнем пульсации выходного напряжения: типовое значение составляет 0,5% от номинального напряжения (при измерении осциллографом с полосой до 20 МГц). В модулях серии MPE использованы однотактные прямоходовые преобразователи с резонансным переключением. Это решение увеличивает эффективность использования силового трансформатора, определяемую его гораздо более рациональной конструкцией (отсутствие размагничивающей обмотки) с большим значением коэффициента заполнения импульсов.

Перечень моделей DC/DC-преобразователей серии MPE представлен в табл. 2. Технические характеристики не-

которых одноканальных и двухканальных DC/DC-преобразователей серии MPE приведены в табл. 3. Экспериментальные партии образцов этих преобразователей были представлены в марте 2004 г., а квалификационные испытания завершены в июле 2004 г. Серийное изготовление планируется начать в 2006 г.

### DC/DC-преобразователи серии MWR

Преобразователи серии MWR с тремя выходными каналами питающих напряжений разработаны для замены весьма популярных в настоящее время изделий серий MHV и MTR. Первоначально эти преобразователи разрабатывались для BAE Systems (программа разработки летательного аппарата пятого поколения F-35 Joint Strike Fighter – JSF).

Габариты преобразователей (49,53 × 34,29 × 10,29 мм – исполнение без фланцев; 69,09 × 34,29 × 10,29 мм – исполнение с крепёжными фланцами) идентичны размерам корпусов популярных трёхканальных преобразователей серии MHV. В новых преобразователях использована однотактная обратноточная структура с двумя контурами сигнала обратной связи и трансформаторной электрической изоляцией (развязкой) сигналов управления. Изделия характеризуются высокими значениями номинальной суммарной выходной мощности (до 35 Вт) и КПД (85%). Фазы двух запараллеленных силовых контуров, работающих на одной частоте, сдвинуты относительно друг друга на 120° [6]. Путём сдвига двух фаз достигается высокий уровень подавления пульсации выходного напряжения. Зависимость КПД от выходной

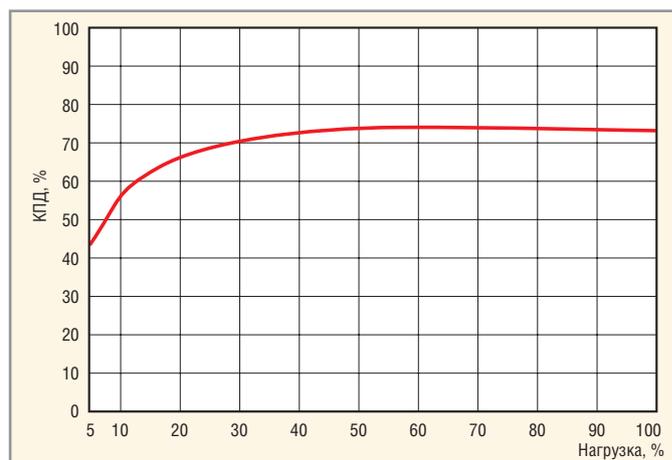


Рис. 2. Зависимость КПД от выходной мощности для одноканальных моделей DC/DC-преобразователей серии MPE с номинальным выходным напряжением 2,5 В

мощности является чрезвычайно плоской, то есть модули работают с максимальным КПД в широком диапазоне выходных мощностей (см. рис. 3).

Режим «мягкого» восстановления напряжения позволяет исключить перерегулирование при частом переходе в дежурный режим, перерыве в подаче питания или при перегрузке. Преобразователи характеризуются низким уровнем пульсаций выходного напряжения: типовое значение составляет 0,5% от номинального напряжения (при измерении осциллографом с полосой до 20 МГц).

Внешний вид трёхканальной модели MWR28515T (исполнение без крепёжных фланцев) представлен на рис. 4.

Опытные образцы модели MWR28515T были представлены в декабре 2003 г, экспериментальные образцы изготовлены в марте 2004 г. Серийное производство планируется начать в 2006 г.

В табл. 4 перечислены модели DC/DC-преобразователей серии MWR с двумя выходными каналами, планируемые к выпуску в ближайшей перспективе.

### Помехоподавляющий фильтр FMT-461

Для уменьшения помех, распространяющихся по цепям питания, устранения высокочастотных связей, подавления широкополосных помех, защиты устройств, чувствительных к помехам, фирма Interpoint предлагает для применения с сериями MPE и MWR новую модель помехоподавляющего фильтра FMT-461, основные параметры которого приведены в табл. 5. Фильтр снижает кондуктивные помехи, возникающие при работе DC/DC-преобразователей; вносимое затухание на частоте 1 МГц равно 70 дБ. Дроссели фильтра выполнены на бескаркасных ферритовых сердечниках; температура перегрева не превышает 20°C, что определяет высокие параметры и технические характеристики изделий – надёжность, долговечность, устойчивость к воздействию внешних климатических и механических нагрузок. Конструкция помехоподавляющего фильтра FMT-461 показана на рис. 5. На рис. 6 показана частотная характеристика фильтра при подключении ко входу преобразователя MPE28015S (в соответствии со стандартом MIL-STD461, условие CE03).

Таблица 2. Перечень моделей DC/DC-преобразователей серии MPE

Модель	Основные выходные характеристики	Статус
<b>Одноканальные модели серии MPE</b>		
MPE281R8S	1,8 В; 10 Вт	Опытные образцы изготовлены в январе 2004 г.
MPE282R5S	2,5 В; 12,5 Вт	
MPE283R3S	3,3 В; 15 Вт	
MPE2805S	5 В; 20 Вт	Опытные образцы изготовлены в сентябре 2003 г. (переданы для оценки в компанию Northrop Grumman)
MPE2812S	12 В; 25 Вт	Опытные образцы изготовлены в январе 2004 г.
MPE2815S	15 В; 25 Вт	
<b>Двухканальные модели серии MPE</b>		
MPE2805D	±5 В; 20 Вт	Опытные образцы изготовлены в феврале 2004 г.
MPE2812D	±12 В; 25 Вт	
MPE2815D	±15 В; 25 Вт	

Таблица 3. Общие параметры для DC/DC-преобразователей серий MPE и MWR

Модель преобразователя	Серия MPE, одно- и двухканальные	Серия MWR, трёхканальные
<b>Абсолютные максимальные значения параметров</b>		
Входное напряжение, В	16...40	15...50
Импульсное входное напряжение в течение 1 с, В	50	80
Рассеиваемая мощность, Вт	6	10
Выходная мощность, Вт	10...25	30...35
Температура при пайке со свинцовым припоем (10 с), °C	300	
Температура хранения (основания корпуса), °C	-65...150	
<b>Рекомендуемые рабочие условия</b>		
Диапазон рабочих температур основания корпуса, °C	-55...125 – при 100%-нагрузке	
	-55...135 – абсолютное значение	
Понижение номинального значения выходной мощности	Линейно от 100% мощности при 125°C до 0% при 135°C	
<b>Синхронизация и дистанционное включение/выключение</b>		
Частота сигнала внешней синхронизации, кГц	450...550	300...360
<b>Типовые параметры</b>		
Температурная нестабильность	2 × 10 <sup>-9</sup> /°C	
Входное напряжение, при котором происходит блокирование преобразователя, В (тип.)	15,5	13,5
Значение тока нагрузки в режиме стабилизации тока при перегрузке	125% максимального тока нагрузки	
Электрическая прочность, изоляция, не менее, МОм, при 500 В	100	
Подавление звуковых частот, дБ (тип.)	50	
Частота преобразования в автономном режиме работы, кГц (тип.)	500	

### Новые изделия для бортовой аппаратуры космических аппаратов

Важнейшую роль в обеспечении длительной и безотказной работы РЭА в космических условиях играет стойкость её элементов и материалов конструкции к воздействию факторов космической среды.

Радиационная стойкость – одна из важнейших характеристик качества РЭА, предназначенной для применения в составе бортовой аппаратуры (БА) космических аппаратов (КА). Радиационная стойкость аппаратуры во многом определяет срок её активного существования.

Создание высокоэффективных надёжных структур радиационно-стойких изделий энергетической электроники является сложной задачей, требующей разработки методов и средств для расчёта, моделирования и оптимизации схемотехнических решений, создания и эксплуатации контрольно-измерительного и испытательного оборудования для эффективной отбраковки потенциально дефектных ЭРИ, разработки методик и специальной аппаратуры для изуче-

ния последствий воздействия ионизирующего излучения (пострадиационный эффект) и оценки радиационной стойкости изделий по результатам испытаний на радиационных моделирующих установках.

Эти задачи успешно решены фирмой Interpoint, предлагающей радиационно-стойкие DC/DC-преобразователи, помехоподавляющие фильтры для применения в бортовой аппаратуре КА, орбиты которых характеризуются высоким радиационным фоном [4].

В настоящее время фирма Interpoint провела опытно-конструкторские работы (ОКР), направленные на разработку новой серии радиационно-стойких модулей DC/DC-преобразователей серии SMRT (см. рис. 6). Многоканальные модули разрабатываются для организаций, специализирующихся в разработке аппаратуры для космических систем: Orbital Sciences, Boeing, Honeywell Space Systems, JPL, NASA и др.

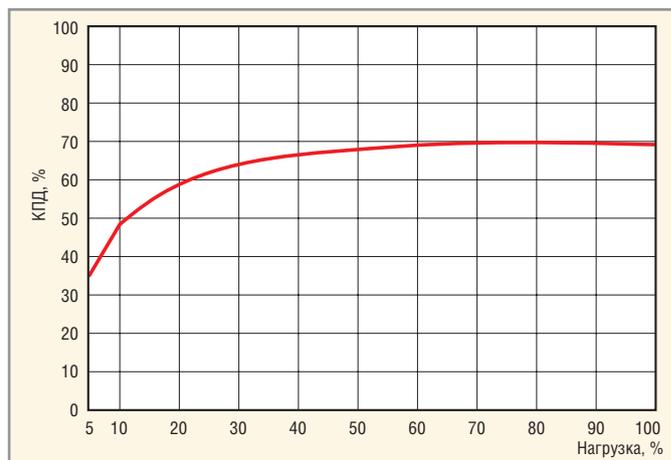
В результате ОКР достигнуты следующие эксплуатационные показатели:

- предельная поглощённая доза радиоактивного излучения – до 1 Мрад (Si);
- усовершенствованные испытания на воздействие ионизирующего излучения низкой интенсивности (до 0,01 рад/с (Si)) в течение более 1000 ч на  $\gamma$ -установках с изотопом  $Co^{60}$ , согласно процедуры Method 1019.6 Ionizing Radiation (Total Doze) Test Procedure стандарта MIL-STD-883F;
- спецификация показателя радиационных эффектов от воздействия отдельных частиц (одиночные сбои Single Event Effects – SEEs; Single Event Upsets – SEUs и эффекты «защёлкивания» изделий Single Event Latchup – SEL). Достигнут показатель Linear Energy Transfers (LET – удельные линейные потери энергии ЛПЭ) 115 МэВ $\times$ см<sup>2</sup>/мг;
- возможность работы при чрезмерно низких температурах – до –90°C;

**Таблица 4. Модели DC/DC-преобразователей серии MWR с двумя выходными каналами**

Модель	Основные параметры
MWR283R05	3,3 В (10 Вт) и 5 В (15 Вт)
MWR283R12	3,3 В (10 Вт) и 12 В (20 Вт)
MWR283R15	3,3 В (10 Вт) и 15 В (20 Вт)

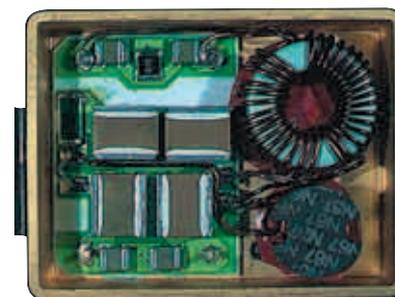
- наличие в серии изделий с одним, двумя, тремя и четырьмя изолированными каналами;
- преобразователи оснащены входными помехоподавляющими фильтрами кондуктивных помех и ограничителями пускового тока;
- широкий диапазон напряжений питающей сети: 19...56 В с допусками в соответствии с MIL-STD-975M. Необходимо заметить, что расширение предельного рабочего напряжения в сторону повышения позволит применять эти преобразователи с промежуточной шиной Space European Bus и принятой в Японии шиной источника входной электроэнергии КА;
- выходные напряжения с низкими уровнями пульсаций: примерно десятки мВ (максимум 120 мВ от пика до пика, измеряемых осциллографом с полосой до 20 МГц). Уровень пульсаций выходных напряжений соответствует требованиям стандарта MIL-STD-461E, условие CE03;
- диапазон выходных мощностей от 30 до 50 Вт (в зависимости от конфигурации). В настоящее время трёхканальная модель имеет выходную мощность 40 Вт;



**Рис. 3. Зависимость КПД от выходной мощности DC/DC-преобразователя серии MWR**



**Рис. 4. Внешний вид DC/DC-преобразователя MWR28515T**



**Рис. 5. Конструкция помехоподавляющего фильтра FMT-461 (крышка снята)**

**Таблица 5. Технические характеристики помехозащитного фильтра FMT-461**

Параметр	Условия	Мин.	Тип.	Макс.
Входное напряжение, В	В режиме XX	0	28	50
	Мощность в нагрузке 43 Вт	0	28	50
Вносимое затухание, дБ	500 кГц		60	
	1 МГц		70	
Сопротивление постоянному току ( $R_{dc}$ ), Ом	25°C		0,18	
	125°C		0,26	
Ёмкость, мкФ			0,06	
Выходное напряжение, В	Установившийся режим		$U_{вых} = U_{вх} - I_{вх}(R_{dc})$	
Выходной ток, А	Входное напряжение 15 В			2,7
	Входное напряжение 40 В			1,8
Рассеиваемая мощность, Вт, при максимальном токе	25°C			1,46
	125°C			2,04

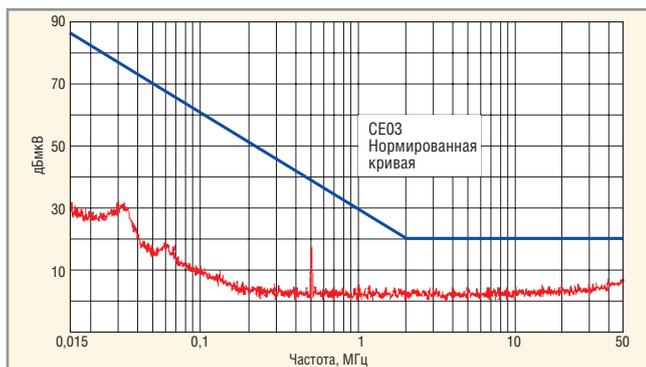


Рис. 6. Эффективность работы фильтра FMT-461 при подключении ко входу преобразователя MPE28015S

Нулевой уровень соответствует напряжению 1 мкВ

- две группы изолированных выходных каналов могут быть сконфигурированы следующим образом: только один канал; один канал и два симметричных (дополнительные «+» и «-») канала; два симметричных канала;
- три уровня оценки по качеству: O, H, K.

### КОНСТРУКТОРСКИЕ РЕШЕНИЯ

Преобразователи серии SMRT созданы с применением технологии удвоения фазы/сдвига фазы на 180° [6]. В

контурах обратной связи для изоляции сигналов управления применяются трансформаторы, при этом все выходные каналы изолированы друг от друга и от шин источника входной электроэнергии. Применение ШИМ с постоянной рабочей частотой, обратной связью по напряжению и дополнительной обратной связью по току дросселя позволяет получить высокий КПД при низких напряжениях. Каждый из двух преобразователей, размещённых внутри герметизированного корпуса, может быть сконфигурирован на один или два выходных канала. Таким образом, каждый из обратноточных преобразователей может реализовать одно-, двух-, трёх- или четырёхканальную структуру. Применение двух контуров обратной связи позволяет исключить перекрёстные влияния между основным и дополнительными каналами выходных напряжений. Ог-

раничение тока в случае отказа на одном выходе (группе выходов) происходит независимо от других каналов и без влияния на них. Ещё одним достоинством преобразователей серии SMRT является отсутствие ограничений на минимальное значение тока нагрузки, что свидетельствует о высокой надёжности системы.

Модульная конструкция преобразователя предусматривает возможность расширения диапазона входного напряжения до 100 В, а также интеграцию ограничителя пускового тока.

Отдельной задачей является снижение производственных затрат при изготовлении модулей посредством минимизации доли ручных сборочных операций и улучшения организации производства. Технологичность изделий обеспечивают: отсутствие многослойных покрытий, минимальное количество резистивных паст (до 3), исключение пайки оплавлением припоя, крепление подложки посредством одной операции, применение соединительных проводников одного размера и компонентов для поверхностного монтажа, исключение без необходимости промежуточных опе-

# Энергия космоса!

## Радиационно-стойкие DC/DC-преобразователи Interpoint

**МОСКВА** (095) 234-0636, 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**С.-ПЕТЕРБУРГ** (812) 325-3790, 325-3791 • root@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**ЕКАТЕРИНБУРГ** (343) 376-2820/2830 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru  
**САМАРА** (846) 277-9165/9166 • E-mail: info@prosoft.samara.ru

- Многообразие вариантов конструктивного исполнения
- Рабочий диапазон температур от -55 до +125°C
- Высокая радиационная стойкость до 500 крад
- Удельная мощность свыше 5000 Вт/дм³
- Выходная мощность от 1,5 до 100 Вт
- Входные напряжения: 16...40 В и 160...400 В постоянного тока
- Выходные напряжения: 2,2; 3,3; 5; 12; 15; ±5; ±12; ±15; +5/±12; +5/±15; 28 В
- Выходной контроль по MIL-STD-883 и MIL-PRF-38534



Рис. 7. Радиационно-стойкий DC/DC-преобразователь серии SMRT

раций по сборке магнитных компонентов, закрепление магнитных компонентов сваркой, применение новых паст, не содержащих кадмия, и др.

В производстве модулей электропитания фирмы Interpoint применяются или планируются следующие новшества:

- плоские проводники внутри корпуса для проволочных соединений;
- никель вместо золота в качестве покрытия;
- новые фиксирующие эпоксидные материалы;
- сварка сплошным швом при установке кристаллодержателя на поверхность с гальванически нанесённым слоем никеля;
- планарные магнитные компоненты.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Новые DC/DC-преобразователи для авиационных применений и радиационно-стойкие преобразователи фирмы Interpoint создаются на основе высокочастотных структур (рабочие частоты преобразования от 360 до 550 кГц), в которых используется двухфазная схема, работающая со сдвигом по фазе на 120° или 180°, а также оригинальное решение для размагничивания магнитопровода силового трансформатора [7], что позволяет уменьшить массу и габариты изделий, улучшить энергетические показатели, снизить уровни электромагнитных помех.

Применение новых материалов и современных компонентов, оптимизация технологических процессов изготовления позволяют значительно сократить производственные затраты и повысить качество изделий.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Исаев В.М. Тенденции развития источников вторичного электропитания специального назначения. Устройства и систе-

мы энергетической электроники. Тезисы докладов научно-технической конференции УСЭЭ-2000. М.: НТФ ЭНЭЛ, 2000. С. 7–8

2. Ермошин В.М., Конев Ю.И., Соловьёв И.И. Системы электрооборудования автономных объектов. Устройства и системы энергетической электроники. Тезисы докладов научно-технической конференции УСЭЭ – 2000. М.: НТФ ЭНЭЛ, 2000. С. 9–11.
3. Жданкин В.К. Вторичные источники электропитания фирмы Interpoint. Современные технологии автоматизации. 1997. № 4. С. 6–15.
4. Жданкин В.К. Радиационно-стойкие изделия силовой электроники фирмы Interpoint. Современная электроника. 2004. № 2. С. 46–53.
5. Жданкин В.К. Устойчивость гибридных DC/DC-преобразователей к воздействию ионизирующих излучений космического пространства. Современные технологии автоматизации. 2005. № 3. С. 6–26.
6. Kuehny J.A., Manson M. New phase technology boosts dc/dc. Electronic Engineering Times. A CMP Publication R. August 14, 1995.
7. Kirkland M.L.C., Kuehny J.A. DC-to-DC Converter with Secondary Flyback Core Reset. US Patent Number: 5521 807. May 28, 1996.



# SHARP



## Изображение японского качества

Цветные жидкокристаллические дисплеи с размерами диагонали от **3,5** до **12,1** дюйма для промышленных применений



- Разрешение: 240×320, 320×240, 400×240, 640×480, 800×600 пикселей
- Яркость: до 500 кд/м<sup>2</sup>

- Широкий угол обзора 140° (по горизонтали)/110° по вертикали
- Сменная система задней подсветки на основе люминесцентных ламп с холодным катодом и светодиодов

- Диапазон рабочих температур от –30 до +85°C
- Устойчивость к вибрационным и ударным воздействиям

Дистрибьютор ЖК-дисплеев фирмы Sharp – компания ПРОСОФТ  
(095) 234-0636 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru

# PROSOFT®