

Константин Староверов (г. Донецк)

ПРОДУКЦИЯ КЛАССА HiREL КОМПАНИИ INTERNATIONAL RECTIFIER



В статье рассказывается о преимуществах **HiRel-продукции компании International Rectifier**. В ее состав входят **дискретные приборы, интегральные микросхемы и модули, использующиеся в коммерческих, военных, аэрокосмических и других применениях, требующих высокой функциональной надежности.**

Специально для применений, где предъявляются особые требования к надежности, безопасности и стойкости к воздействиям окружающей среды, выпускается специальный класс высоконадежных (HiRel) электронных компонентов. Компания International Rectifier (IR) предлагает одну из самых больших на рынке линеек HiRel-продукции, которую составляют дискретные приборы, интегральные микросхемы и модули в разнообразных исполнениях, включая стандартное HiRel-исполнение, высокотемпературное и стойкое к воздействию радиации. Продукция IR находит применение в военной технике, ракетно-космическом оборудовании (например, спутники), авиации, медицинской технике и промышленной электронике для сложных условий эксплуатации (например, атомные электростанции или нефтяные буровые платформы). Качество HiRel-продукции подтверждено ее применением в разнообразных проектах: спутниках системы GPS; гражданских авиалайнерах (напри-

мер, Airbus 380 и Boeing 777); военных истребителях (F16, F18, F22 «Raptor») и вертолетах (AH-64, WAH64); подводных коммуникационных кабельных системах Trans-Pacific Express; нефтяных платформах Mirage и других. Производственные предприятия IR имеют возможности выпуска HiRel-продукции в соответствии со следующими стандартами:

- MIL-PRF-19500 «Общие технические требования к полупроводниковым приборам»;
- MIL-STD-750 «Методы испытаний полупроводниковых приборов»;
- MIL-PRF-38534 «Общие технические требования к гибридным микросхемам»;
- MIL-PRF-38535 «Общие технические условия к производству интегральных схем (микросхем)»;
- MIL-STD-883 «Методы испытаний микросхем».

Данные стандарты описывают уровень надежности для тех или иных применений. В ассортименте IR есть продукция с уровнями надежности класса

В и S согласно стандарту MIL-STD-883, а также JANX/JANXV и JANS согласно MIL-PRF-19500, что позволяет достичь классов надежности H (военные применения) и K (космические применения), соответственно. В США соответствие данным стандартам устанавливает центр военного снабжения в Колумбусе (DSCC, www.dsc.dla.mil). Часть HiRel продукции IR официально входит в список сертифицированной продукции (QPL) этой организации.

Рассмотрим группы HiRel-продукции в соответствии с классификацией, представленной в таблице 1.

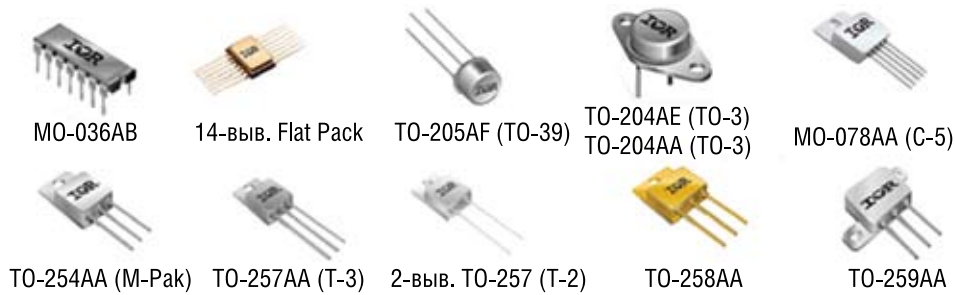
Дискретные полупроводниковые приборы

Дискретные приборы предлагаются в корпусах для сквозного и поверхностного монтажа (рис. 1). Линейка дискретных диодов Шоттки (таблица 2) разделена на одиночные и сдвоенные приборы. Каждый из сдвоенных диодов доступен в трех исполнениях с различной схемой включения (ОА, ОК, УН). Часть диодов Шоттки доступна в исполнениях JANS, JANTX, JANTXV (имеется сертификат DSCC). Специально для высоковольтных и высокочастотных (свыше 100 кГц) импульсных силовых схем IR предлагает ультрабыстрые выпрямительные диоды (таблица 3). Благодаря свойственным им ма-

Таблица 1. Классификация HiRel-продукции IR

Дискретные приборы	Интегральные микросхемы и модули
<p>Диоды Шоттки:</p> <ul style="list-style-type: none"> – однокристалльные; – двухкристалльные, включенные по схеме с общим анодом (ОА), с общим катодом (ОК) или удвоителя напряжения (УН). <p>Ультрабыстрые выпрямительные диоды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – однокристалльные; – однокристалльные с мягким восстановлением; – двухкристалльные (схемы ОК; под заказ ОА и УН; два независимых диода); – двухкристалльные с мягким восстановлением (схемы ОА, ОК, УН и два независимых диода). <p>Мощные MOSFET-транзисторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – для каскадов синхронного выпрямления; – однокристалльные радиационно-устойчивые; – многокристалльные радиационно-устойчивые; – стандартные герметичные однокристалльные; – стандартные герметичные многокристалльные. <p>IGBT-транзисторы</p>	<p>Твердотельные реле</p> <p>Модули для управления электродвигателями:</p> <ul style="list-style-type: none"> – IGBT-модули высокой мощности; – драйверы затворов IGBT-транзисторов; – контроллеры вентильных двигателей; – полнофункциональные модули управления электродвигателями; – радиационно-стойкие драйверы двигателей. <p>DC/DC-преобразователи</p> <p>Фильтры ЭМИ</p> <p>Стабилизаторы напряжения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – стандартные (регулируемые, предустановленные, одно-/двухканальные); – LDO-типа (регулируемые, предустановленные); – ULDO-типа (только регулируемые); – радиационно-стойкого ULDO-типа (регулируемые, предустановленные). <p>Драйверы затворов</p>

Корпуса для сквозного монтажа



Корпуса для поверхностного монтажа



Рис. 1. Корпуса дискретных HiRel-приборов

лым потерям появляется возможность снизить размеры теплоотводов и улучшить КПД силового преобразователя. Дальнейшие меры по снижению габаритов и, следовательно, повышению плотности мощности предоставляют двух-

кристальные приборы и диоды с мягким восстановлением. Последние, благодаря «плавности» процесса обратного восстановления, позволяют избавиться от демпфирующих цепей в большинстве применений. Диоды с префиксом OM

доступны в исполнениях JANS, JANTX и JANTXV.

Ассортимент HiRel MOSFET-транзисторов более представлен и насчитывает порядка полутысячи дискретных приборов, классифицируемых по ряду признаков. Ознакомиться с этим ассортиментом поможет таблица 4. Приборы для каскадов с синхронным выпрямлением отличаются от прочих дополнительным встроенным диодом Шоттки, который включен встречно-параллельно транзистору. Помимо показанных в таблице 4 признаков классификации можно выделить доступность радиационно-стойких транзисторов, совместимых по управлению с логическими уровнями. Такие транзисторы доступны с разнообразной внутренней структурой, в т.ч. однокристалльные (n- или p-канальные) и многокристалльные (4n, 4p, 2n+2p) на напряжения 60...250 В и токи до 56 А. Эти приборы помимо прочего обладают стойкостью к воздействию высокоэнергетических частиц (SEE, до 82 МэВ).

Линейку дискретных HiRel приборов замыкают несколько IGBT-транзисторов (см. таблицу 5).

Таблица 2. Диоды Шоттки

Наименование	Обратное напряжение, В	Средний прямой ток, А	Корпус	Сертификат DSCC
Однокристалльные диоды Шоттки				
16SYJQ045C	45	16	D2	
15LJQ100 30LJQxxx 30SLJQ0xx	30...150	15...30	SMD-0.5	15LJQ100
120LQxxx 60LQxxx 75LQ150 75SLQ0xx	30...150	60...120	SMD-1	
22GQ100 25GQ045 35GQ1xx 35SGQ0xx	30...150	30/35	TO-254AA	
10YQ045/C 16SYQ0xxC 16YQxxxC	30...150	10...16	TO-257AA	10YQ045C
5EQ100 8EQ045	100/45	8/10	18-выв. LCC	
OM400xST	45...100	10/15	T-2	
Двухкристалльные диоды Шоттки				
35SCGJQ060	60	35	D2	
8CLJQ045 30SCLJQ0xx 30CLJQxxx	45 30...60 45...150	8,5 30 30	SMD-0.5	30CLJQ100 30CLJQ150
yyCLQxxx 80SCLQ0xx	30...150	15...90	SMD-1	12CLQ150 15CLQ100 20CLQ045
yyCGQxxx 35SCGQ0xx 35CGQxxx	30...150	35	TO-254AA	22CGQ045 15CGQ100 12CGQ150
16JYQ100C 16SCYQ0xxC 16CYQxxxC	30...150	16	TO-257AA	16CYQ150C
45CKQ100/45CIQ100 60CKQ045/60CIQ045	100 45	45	TO-258AA/TO-259AA TO-258AA/TO-259AA	

Таблица 3. Ультрабыстрые выпрямительные диоды

Наименование	Обратное напряжение, В	Средний прямой ток, А	Корпус	Сертификат DSCC
Однокристалльные диоды				
OM5004/5/6/7ST	200/300/400/600	15	T-2	Есть
Двухкристалльные диоды (ОК, ОА, УН)				
OM5233/34/61ST	400/600/1000	16	TO-257AA	Есть
OM5262SW/SA	1000	24	D3/TO-254AA	Есть
Двухкристалльные диоды (два независимых диода)				
OM5209/10/11/12/13SC	50/100/150/200/400	15	MO-078AA	Есть
Однокристалльные диоды с мягким восстановлением				
HFB25HJ20	200	25	SMD-0.5	Нет
HFB60HF20 HFA40HF60/120	200 600/1200	60 22/11	SMD-1	Нет
OM5008/09/10/11ST	400/600/800/1000	14/14/12/12	T-2	Есть
HFB35HB20/60/120	200/600/1200	35/22/11	TO-254AA	Нет
HFB50HC20/НI20	200	50	TO-258AA/TO-259AA	Нет
Двухкристалльные диоды с мягким восстановлением (ОК, ОА, УН)				
HFB20HJ20C	200	20	SMD-0.5	Нет
HFB60HF20C HFA40HF60/120C	200 600/1200	60 30/15	SMD-1	Нет
HFB35HB20C HFA35HB60/120C	200 600/1200	35 30/15	TO-254AA	Нет
HFB16HY20C/CC	200	16	TO-257AA	Нет
HFB50HC20C/НI20C HFA45HC60/120C HFA45HI60/120C	200 600/1200 600/1200	50 45/28 45/28	TO-258AA/TO-259AA TO-258AA TO-259AA	Нет

Твердотельные реле

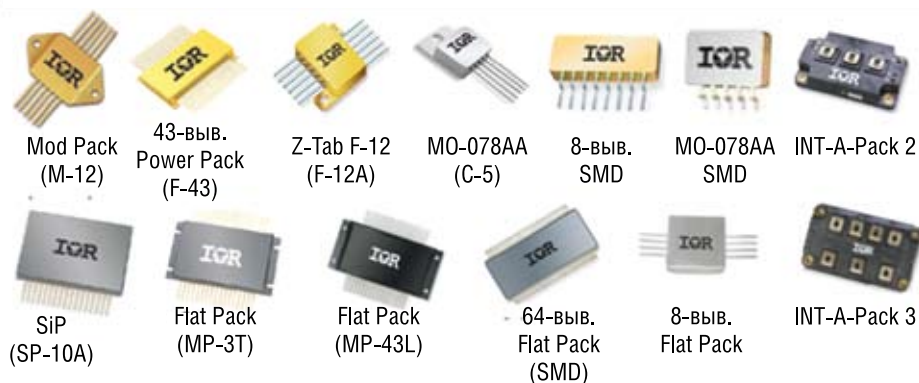
Специально для высоконадежных применений IR предлагает несколько радиационно-стойких и герметичных твердотельных реле (таблица 6), предназначенных для замены электромеханических в схемах коммутации силовых цепей, зарядных устройствах и прочих HiRel-применениях. Радиационная стойкость реле составляет свыше 100 крад, стойкость к SSE при линейной передаче энергии не менее 37 МэВ/(мг·см²), напряжение изоляции 1 кВ. Реле доступны в неэкранированном (класс Р) и экранированном (классы Н и К) исполнениях.

IGBT-модули высокой мощности

В ассортименте IR имеется три IGBT-модуля в HiRel-исполнении (таблица 7). Трехфазный модуль **G150HNSK12P2** во входном каскаде дополнительно содержит схему ограничения пускового тока на основе тиристора и повышающий преобразователь. Данный модуль идеален для создания высоконадежных регулируемых электроприводов с функцией коррекции коэффициента мощности. Экранирование модулей выполнено в соответствии со стандартом MIL-PRF-38534 и, следовательно, они могут использоваться в военной технике и гражданской авиации. К числу их прочих особенностей, как HiRel-продукции, относятся:

- Прочный и при этом легкий корпус, обладающий стойкостью к действию жидкостей даже при повышенных

Корпуса гибридных микросхем и модулей



Корпуса DC/DC-преобразователей и фильтров



Рис. 2. Корпуса интегральных микросхем и модулей HiRel

температурах и очень малым тепловым сопротивлением;

- Затворы транзисторов защищены стабилитроном от перенапряжений;

• Рабочий температурный диапазон составляет -55...125°C;

- Имеют стойкость к токам короткого замыкания;

Таблица 4. MOSFET-транзисторы

Структура	V _{ds} , В	ID, А	R _{DS(on)} , Ом	Корпус	Примечания
Для каскадов синхронного выпрямления					
n + диод Шоттки	30/60	75	3,5...6,1 мОм	SMD-2	Радиационно-стойкие (100...1000 кРад), с пониженной индуктивностью (суффикс 'L')
Однокристалльные радиационностойкие (100...1000 кРад)					
n	30...500	0,8...75	0,0035...1,65	18-выводной LCC, SMD-0.5, SMD-1, SMD-2, TO-205AF, TO-254AA, TO-257AA, UB, UBC	Сертифицированы DSCC
p	60...200	0,33...30	0,045...1,3		
n	130...500	1,6...62	0,0135...1,65	18-выводной LCC, SMD-0.5, SMD-2, TO-205AF, TO-254AA, TO-257AA	Устойчивы к SEE
n	30...600	1,6...75	0,0045...3	18-выводной LCC, SMD-0.2, SMD-0.5, SMD-1, SMD-2, SMD-3, TO-204AA, TO-204AE, TO-205AF, TO-254AA, TO-257AA	Прочие
p	30...200	2,3...75	0,013...1,2	18-выводной LCC, SMD-0.2, SMD-0.5, SMD-1, SMD-2, TO-204AA, TO-204AE, TO-205AF, TO-254AA, TO-257AA	
Многокристалльные радиационно-стойкие (100...1000 кРад)					
2n+2p	60	0,8...1,7 0,56...0,71	0,6	14-выводной Flat Pack, MO-036AB	Сертифицированы DSCC
	100	0,29...4,6	0,27...0,7	28-выводной LCC, MO-036AB	Прочие
4n	60...250	0,8...2,6	0,22...1	14-выв. Flat Pack, MO-036AB, 28-выв. LCC	Сертифицированы DSCC
	250	1,9	1,5	28-выводной LCC	Устойчивы к SEE
	100	1...4,6	0,27...0,6	MO-036AB, 28-выводной LCC	Прочие
4p	60	0,56...0,71	1,25...1,36	14-выводной Flat Pack, MO-036AB	Сертифицированы DSCC
	100	0,75...2,8	0,96...1,2	MO-036AB, 28-выводной LCC	Прочие
Однокристалльные стандартные герметичные					
n	100...500	1,25...38	0,055...3,6	18-выводной LCC, SMD-1, TO-204AA, TO-204AE, TO-205AF, TO-254AA	Сертифицированы DSCC
p	100...200	2,1...18	0,2...1,5	18-выводной LCC, SMD-1, TO-204AA, TO-205AF, TO-254AA	
n	20...1000	2,3...75	0,0045...3,5	18/28-выводной LCC, D2, D3, SM-0.5, SMD-1, TO-204AA, TO-204AE, TO-205AF, TO-254AA, TO-257AA, TO-258AA, TO-259AA	Прочие
p	20...200	1,5...55	0,024...3	18-выводной LCC, SMD-0.5, SMD-1, TO-204AA, TO-205AF, TO-254AA, TO-257AA	
Многокристалльные стандартные герметичные					
2n+2p	100	1/0,75	0,7/1,4	MO-036AB	Сертифицированы DSCC
4n	100	1	0,7		
4p	100	0,75	1,4		
2n	100...500	13...25	0,065...0,4	S-6	Прочие
2n+2p	100...200	0,68...1	0,7...1,6	MO-036AB	
4n	100...500	11...25	0,08...0,43	M-12	

Таблица 5. IGBT-транзисторы

Наименование	V _{CE} , В	IC, А	V _{CE(ON)MAX} , В	Корпус	Сертификация DSCC
IRG4MC30F/40U/50U/50F	600	28/35/35/35	1,7/2,1/2,25/2	TO-254AA	Нет
OM6516SC/17SA/17SW/20SC	1200	25/20/20/25	4	TO-258AA/TO-254AA/TO-258AA/D3	Есть (TX, TXV, S)

• Имеют возможность работы на высоте свыше 25 км над уровнем моря.

Драйверы затворов

Специально для управления HiRel IGBT-модулями (600/1200 В, 150...600 А) IR выпускает драйверы затворов. В настоящий момент предлагается два одноканальных модуля: **OM9402SP** в пластиковом промышленном корпусе SP-10A (10-выводной SIP) и **OM9401SF** в герметичном и прочном

корпусе F-12A (рис. 2). КМОП/ТТЛ-совместимый вход этих драйверов изолирован от выходного каскада оптопарой (напряжение изоляции 2 кВ). Выходной каскад драйверов защищен от токов короткого замыкания.

Помимо вышеперечисленных драйверов компания IR выпускает микросхемы драйверов в металлокерамических корпусах MO-036AB, MO-038AB и Flat Pack, а также в корпусах LCC для поверхностного монтажа. К числу стан-

дартных драйверов относятся драйверы силовых транзисторов нижнего и верхнего плеча (**IR2110E4/L4**, **IR2113E6/L6**), драйвер трехфазного инвертора (**IR2130D**), автогенераторный драйвер (**IR2153Z**), а также драйвер для управления одиночным транзистором с функцией ограничения тока (**IR2125Z**).

Радиационно-стойкие интегральные драйверы представлены высоковольтными драйверами транзисторов верхнего и нижнего плеча **RIC7113E4/L4** с

Таблица 6. Твердотельные реле

Наименование	Корпус	Ном. ток, А	Конфигурация контакта*	Тип входа	Управление ЭМИ/РЧИ**
RDHA710SE10A2Q	8-выв. SMD	10	2 x НО	пятивольтовый буферизованный вход	Управляемое время переключения
RDHA701FP10A8Q	64-выв. SMD	1,5	8 x НО	пятивольтовый буферизованный вход	Управляемое время переключения
RDHA701FP10A8C	64-выв. SMD	1,5	8 x НО	Небуферизованный вход	Умеренное быстродействие переключения
RDHA720SF06A1N	5-выв. SMD	20	1 x НО	Небуферизованный вход	Быстрое переключение

* НО – нормально-открытый контакт.

** ЭМИ/РЧИ – электромагнитные/радиочастотные излучения.

Таблица 7. IGBT-модули высокой мощности

Наименование	Конфигурация схемы	Напряжение коллектор-эмиттер V_{CE} , В	Ток коллектора I_c , А	Напряжение насыщения $V_{CE(SAT)}$, В	Корпус
G450HNSK12P2	Полный трехфазный мост	600	150	2,3	HiRel INT-A-Pak 3
G300HNSK12P2	Полумост	1200	300	1,8	HiRel INT-A-Pak 2
G450HNBK06P2	Полумост	600	450	1,8	HiRel INT-A-Pak 2

Таблица 8. Аналоговые контроллеры ВД

Наименование	Тип силового транзистора	Максимальное напряжение, В	Номинальное напряжение шины, В	Длительный ток, А	Рабочий температурный диапазон, °С	Корпус
OM9369SF	IGBT	300	270	25	-55...125	F-43
OM9369SP	IGBT	300	270	25	-40...85	MP3-43L
OM9371SF	MOSFET	60	28	25	-55...125	F-43
OM9371SP	MOSFET	60	28	25	-40...85	MP3-43L
OM9373SF	MOSFET	100	48	25	-55...125	F-43
OM9373SP	MOSFET	100	48	25	-40...85	MP3-43L
OM9375SF	MOSFET	200	74	25	-55...125	F-43
OM9375SP	MOSFET	200	74	25	-40...85	MP3-43L

выходным током до 2 А. Драйверы этой серии нормированы на устойчивость к воздействию ионизирующего излучения с допустимой дозой до 100 крад.

Аналоговые контроллеры вентильных двигателей

Вентильный двигатель (ВД) благодаря отсутствию коллекторного узла является идеальным вариантом для построения высоконадежных исполнительных механизмов. Для управления такими двигателями IR предлагает ряд решений – в частности, серию аналоговых контроллеров **OM9300** (таблица 8). Данные контроллеры выпускаются в 43-выводных пластиковых (MP3-43L) или герметичных (F-43) корпусах типа Flat Pack и содержат трехфазный силовой каскад управления ВД на основе IGBT/MOSFET-транзисторов и диодов с мягким восстановлением, драйверов затворов, прецизионного датчика тока и логики управления и защиты.

Полнофункциональные модули управления электродвигателями

В данной категории HiRel-продукции пока имеется только один представитель – модуль **IRMCT3UF1**. Также как и модули OM9300, IRMCT3UF1 предназначен для управления ВД, но

отличается от них повышенной степенью интеграции и улучшенной архитектурой, что позволяет создавать более компактные и дешевые электроприводы. В дополнение к трехфазному силовому каскаду и драйверам затворов, IRMCT3UF1 содержит цифровой блок векторного управления (поддержка технологии iMOTION™), который не требует, как в случае OM9300, использования датчиков положения и превращает модуль в автономное устройство управления ВД (исключает необходимость разработки программ управления двигателем). Для взаимодействия с внешней системой у модуля предусмотрены командно-диагностический цифровой интерфейс RS232C, дискретные входы/выходы управления и сигнализации, а также аналоговый вход регулировки частоты вращения. Модуль способен обеспечить высокий пусковой момент и диапазон регулировки скорости 20:1 при частоте вращения до 25000 об/мин. Основой силовых каскадов являются MOSFET-транзисторы с малым $R_{DS(ON)}$, установленные на металлическое основание пластикового корпуса MP-3T (тепловое сопротивление 1,5°C/Вт). Модуль рассчитан на работу с токами нагрузки до 15 А при напряжении шины питания 28...48 В и окружаю-

щей температуре -40...85°C. Экранирование модуля выполнено по методам, изложенным в MIL-STD-883. Характеристики вибрационной устойчивости отвечают требованиям авиационного стандарта DO-160 «Окружающие условия и методика испытаний авиационного бортового оборудования».

Радиационно-стойкие драйверы двигателей

Для управления ВД в космических условиях IR предлагает специальные радиационно-стойкие модули драйверов. Они полностью интегрируют трехфазный силовой каскад ВД (напряжение питания до 160 В, продолжительный ток до 3,2 А/фаза) и драйверы затворов. Модули размещаются в 32-выводном герметичном корпусе типа Flat Pack. Экранирование обеспечивает общий уровень радиационной стойкости до 100 крад (Si).

DC/DC-преобразователи

Hi-Rel DC/DC-преобразователи компании IR подтвердили свою исключительную надежность успешным применением в разнообразных проектах военного и гражданского назначений. Ассортимент DC/DC-преобразователей чрезвычайно широк (охватывает диапа-

Таблица 9. Обзор серий DC/DC-преобразователей

Выходная мощность, Вт	HiRel, герметичные			Радиационно-устойчивые TID: 25...30 крад SEE: 37...60 МэВ			Радиационно-стойкие TID: 0,1...1 Мрад SEE: 37...83 МэВ			
	1 вых.	2 вых.	3 вых.	1 вых.	2 вых.	3 вых.	1 вых.	2 вых.	3 вых.	4 вых.
5	ASA	ASA	—	AMA	AMA	—	—	MA	MA	—
6	ASAP	ASAP	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	S	S	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—	MAH	MAH	MAH
12	AHF	AHF	—	AMF	AMF	—	—	—	—	—
15	AHV	AHV	AHV, ATO	—	—	—	—	MB	MB	—
15	AHE	AHE	AHFP	—	—	—	—	—	—	—
20	HTA*	HTA*	—	—	—	—	—	MBH	MBH	—
20	AHFP, AHE	AHFP, AHE	—	—	—	—	—	—	—	—
25	ATS	ATS	—	M3L	M3L	—	—	—	—	—
30	—	—	—	—	—	—	SBB**	—	—	—
30	ATR	ATR	ATR	AMR	AMR	—	LS	LS	ART	ART
30	ATW	ATW	ATRP	—	—	—	ARH	—	ARM	—
40	ATRP	ATRP	HM	M3H	M3H	M3H	M3G	M3G	M3G	—
50	—	—	—	—	—	—	GH	—	—	—
60	—	—	—	—	—	—	ZA	—	EA	—
66	AFL, AHP	—	—	—	—	—	—	—	—	—
80	AFL, AHP	AFL, AHP	—	—	—	—	ZA	—	—	—
90	AFL, AHP	—	—	—	—	—	—	—	—	—
96	—	AFL, AHP	—	—	—	—	—	—	—	—
100	—	AFL, AHP	—	—	—	—	ZA	—	—	—
108	AFL, AHP	—	—	—	—	—	—	—	—	—
112	AFL, AHP	—	—	—	—	—	—	—	—	—
120	AFL, AHP	—	—	—	—	—	—	—	—	—
160	—	—	—	—	—	—	—	—	EB	—
250	—	—	—	—	—	—	ZB	—	—	—
350	—	—	—	—	—	—	—	—	EC	—

* — высокотемпературные преобразователи 185°C

** — преобразователи типа POL (локализованные к нагрузке стабилизаторы).

Таблица 10. Фильтры ЗМИ

Наименование	Сертификат DSCC	Корпус	Области применения	Совместимость	Максимальное входное напряжение, В
AME50461		AME	Коммерческие, военные и аэрокосмические	AFL50XX	100
AME270461	Есть	AME	Коммерческие, военные и аэрокосмические	AFL270XX, AFL120XX	400
AMH461		AMH	Коммерческие, военные и аэрокосмические	AHF, ASA, AMA, AMF	40
ASF461		ASF	Коммерческие, военные и аэрокосмические	ASA, AHF, AMA, AMF	50
AFV461	Есть	AFV	Коммерческие, военные и аэрокосмические	AHV, ATW, AHF, ATR, ATO, AHE, AMF, AMR	80
AFH461		AFH	Космические	AMF	80
AFC461	Есть	AFC	Коммерческие, военные и аэрокосмические	ATW, AHF, AHV, ATR, ATO, AHE, AMF, AMR	40
AME28461	Есть	AME	Коммерческие, военные и аэрокосмические	AFL28XX	50
ARF461		ARF	Космические	ART, ARH	80
AFM704A	Есть	AFM	Военные	все, кроме AFL	40

зон входных напряжений 11...500 В и выходных — 1,5...200 В) и может быть классифицирован по ряду признаков. В частности, как показано в таблице 9, они различаются по уровню экранирования (стандартное, радиационно-устойчивое и радиационно-стойкое) и выходной мощности. Некоторые преобразователи доступны в специальном высокотемпературном исполнении (-35...185°C), что актуально для оборудования нефтяных платформ и прочих устройств для разведки полезных ископаемых. Этот тип преобразователей выпускается на входное напряжение 150...250 В, мощность до 20 Вт, с одним (3,3/5/12/15 В) или двумя ($\pm 5/\pm 12/\pm 15$ В) выходами. У многих преобразователей (например, серий AFL и ANP) учтена возможность синхронизированной работы нескольких подключенных к общей шине питания преобразователей, что снижает пульсации входного тока. Также у этих изделий предусмотрен электрический интерфейс для параллельного включения выходов нескольких конверторов с автоматическим равномерным распределением тока нагрузки, что важно для систем, где таким включением достигается бесперебойность электропитания даже при выходе из строя одного из преобразователей. Продукция IR обладает множеством других особенностей, направленных на достижение высокой

функциональной надежности: активное ограничение входного тока, плавный запуск, защита от короткого замыкания и токовой перегрузки, блокировка при недопустимом снижении входного напряжения и защита от перенапряжения на выходе. Конструктивно преобразователи выполнены в герметичных корпусах; они соответствуют требованиям к ЭМИ стандарта MIL-STD-461 и имеют уровни надежности H и K по стандарту MIL-PRF-38534. Малые размеры преобразователей являются следствием их работы на высоких частотах (0,5...0,7 МГц). КПД преобразования лежит в пределах 68...87%. Более подробно об этой категории продукции можно узнать в другой публикации НЭ [1].

Фильтры ЭМИ

Некоторые DC/DC-преобразователи имеют недостаточный уровень подавления ЭМИ и в ряде случаев могут потребовать дальнейшего их ослабления. Для этих целей IR предлагает модули фильтров ЭМИ, размещенные в идентичных DC/DC-преобразователям герметичных корпусах. Основные сведения по ним приведены в таблице 10.


Стабилизаторы напряжения

Ассортимент HiRel-стабилизаторов включает примерно 350 позиций. Помимо представленной в таблице 1 клас-

сификации стабилизаторов, их также можно различать по минимальному перепаду напряжения (VDO). Выпускаются следующие стабилизаторы: стандартные (VDO около 1 В), с малым минимальным перепадом или LDO-типа (VDO = 0,5...1 В) и со сверхмалым минимальным перепадом или ULDO-типа (VDO = 0,3...0,6 В). Доступно несколько радиационно-стойких стабилизаторов (14 типонаименований, 200 и 1000 крад) с регулируемым (1,265...6,1 В) и предустановленным (1,8/2,5/3,3 В) выходным напряжением на ток нагрузки до 3 А и в корпусах MO-078AA и 8-выводных Flat Pack. Большинство этих стабилизаторов относятся к ULDO-типу (VDO = 0,4 В).

Детальная информация по HiRel-продукции IR может быть получена на сайте компании — <http://www.irf.com/product-info/hi-rel/>.

Литература

1. Звонарев Е. HI-REL DC/DC-преобразователи и сетевые фильтры International Rectifier // Новости электроники, №15, 2008 — С. 9-14. 

Получение технической информации,
заказ образцов, поставка —
e-mail: power.vesti@compel.ru

International
IR Rectifier

DC/DC-модули
для ответственных применений

Свойства:

- Диапазоны рабочих температур:
-55...125°C;
-35...185°C
(для высокотемпературной серии)
- Три типа:
герметичные
радиационноустойчивые
радиационностойкие
- С одним, двумя
и тремя выходами



Москва
Тел: (495) 995-0901
Факс: (495) 995-0902

Санкт-Петербург
Тел: (812) 327-9404
Факс: (812) 327-9403

Компэл
www.compel.ru