

# DC/DC-конвертеры семейства Cool-Power PI31

Дмитрий ИВАНОВ,  
к. т. н.  
di@efo.ru  
Игорь КРИВЧЕНКО,  
к. т. н.  
ik@efo.ru

Статья посвящена продукции американской корпорации Vicor — мирового лидера в области производства электронных компонентов для построения модульных систем электропитания с выходной мощностью от 25 Вт до нескольких киловатт. Приведен обзор DC/DC-конвертеров семейства PI31, поставляемых на рынок под торговой маркой Cool-Power. В составе семейства три группы импульсных преобразователей с изолированным выходом и номинальной мощностью от 33 до 60 Вт, предназначенных для телекоммуникационной аппаратуры, устройств промышленной автоматике и электронной аппаратуры с рабочим температурным диапазоном от  $-55$  до  $+125$  °С.

## Введение

В наших публикациях [1, 2] из цикла, посвященного продукции корпорации Vicor, мы уже дважды рассказывали о некоторых DC/DC-конвертерах семейства PI31, разработанных компанией Picor (подразделением Vicor Corporation) и поставляемых на рынок электронных компонентов под торговой маркой Cool-Power. В этой статье приведен обзор всего семейства PI31 по состоянию на начало мая 2014 года.

## Параметры модулей семейства PI31

DC/DC-конвертеры семейства PI31 — это импульсные преобразователи напряжения постоянного тока с гальваническим разделением входных и выходных электрических цепей, стабилизированным выходным напряжением, номинальной выходной мощностью от 33 до 60 Вт и высоким коэффициентом полезного действия (КПД) в области средних и больших нагрузок. Преобразователи построены на базе технологии ZVS (Zero Voltage Switching) [1] с частотой коммутации 900 кГц. Конструктивно они выполнены в виде миниатюрных модулей (рис. 1) с габаритными размерами  $22 \times 16,5 \times 6,7$  мм. Плотность конвертируемой мощности превышает  $24$  Вт/см<sup>3</sup>, и по этому показателю модули лидируют на мировом рынке в своем классе электронных компонентов.

Семейство PI31 состоит из девяти DC/DC-конвертеров (табл. 1), которые отличаются друг от друга электрическими параметрами, предельными условиями эксплуатации и целевым назначением.

Первая группа конвертеров с номинальным входным напряжением 48 В была разработана специально для телекоммуникационной отрасли. Два модуля этой груп-



Рис. 1. Модули семейства PI31

Таблица 1. Состав семейства PI31

Артикул модуля (Vicor Part Number)	Входное напряжение, В	Выходное напряжение, В		Максимальный выходной ток, А	Рабочий температурный диапазон (T <sub>J</sub> ), °С
		Номинальное значение	Пределы регулировки		
Модули для телекоммуникационной аппаратуры					
PI3101-00-HVIZ	36–75	3,3	3–3,6	18	–40...+125
PI3105-00-HVIZ		12	9,6–13,2	5	
PI3110-01-HVIZ		18	16,2–19,8	3,3	
Модули для промышленной автоматике					
PI3109-01-HVIZ	18–36	5	4–5,5	10	–40...+125
PI3106-01-HVIZ		12	9,6–13,2	4,2	
Модули для экстремальных условий эксплуатации					
PI3108-00-HVMZ	16–50	3,3	2,97–3,63	10	–55...+125
PI3109-00-HVMZ		5	4–5,5	10	
PI3106-00-HVMZ		12	9,6–13,2	4,2	
PI3111-00-HVMZ		15	12–16,5	3,3	

Примечание. T<sub>J</sub> — температура встроенных полупроводниковых компонентов.

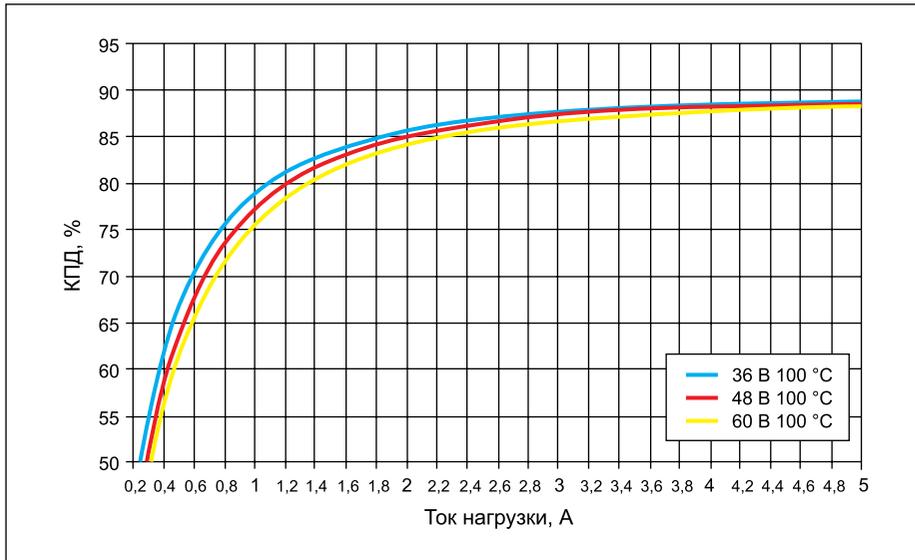


Рис. 2. Графики зависимости КПД модуля PI3105-00-HVIZ от тока нагрузки при температуре корпуса +100 °C для трех значений входного напряжения: 36, 48 и 60 В

пы (PI3101-00-HVIZ и PI3105-00-HVIZ) имеют самое высокое в семействе PI31 рабочее входное напряжение (до 75 В), а также способны выдерживать на своих входах импульсные перенапряжения с амплитудой до 100 В и длительностью до 100 мс. Модуль PI3110-01-HVIZ с допустимыми пределами изменения входного напряжения от 41 до 57 В предназначен для реализации технологии PoE (Power over Ethernet), при которой электрическая энергия для питания удаленного устройства передается вместе с данными по сети Ethernet. Этот конвертер также обладает устойчивостью к входным импульсным помехам, но для него амплитуда помех не должна превышать 80 В при длительности импульсов до 100 мс [3].

Конвертеры второй группы с номинальным входным напряжением 24 В и допустимыми пределами изменения входного напряжения от 18 до 36 В предназначены для источников питания устройств промышленной автоматики.

Третья, самая многочисленная группа, состоит из четырех конвертеров с номинальным входным напряжением 28 В, допустимыми пределами изменения входного напряжения от 16 до 50 В и номинальными выходными напряжениями 3,3, 5, 12 и 15 В. Целевая область применения этих модулей — аппаратура специального назначения с рабочим температурным диапазоном от -55 до +125 °C.

Максимальная выходная мощность конвертеров семейства PI31 зависит от выходного напряжения и температурного класса модулей (табл. 1). Самую большую мощность (60 Вт) имеет модуль PI3105-00-HVIZ, самую низкую (33 Вт) — модуль PI3108-00-HVMZ.

У большинства представителей семейства PI31 КПД в области средних и больших нагрузок превышает 85%, достигая максималь-

ного значения (до 89%) при номинальной нагрузке (рис. 2). При снижении нагрузки КПД резко падает, поскольку в режиме холостого хода потребляемая модулем мощность остается в пределах от 2,6 до 4,1 Вт [3]. Единственным способом избежать таких потерь энергии при отсутствии нагрузки является перевод конвертера в режим Shutdown, в котором рассеиваемая мощность не превышает 130 мВт.

Выходы конвертеров семейства PI31 изолированы от входных электрических цепей с помощью встроенного трансформатора. Изоляция между входными и выходными цепями выдерживает напряжение 2250 В DC.

Благодаря встроенной цепи обратной связи, выходное напряжение стабилизируется

с относительной погрешностью ±3% при изменении входного напряжения, тока нагрузки и температуры эксплуатации модуля в допустимых пределах.

### Построение источников питания на базе модулей семейства PI31

Модули семейства PI31 — это функционально законченные устройства, почти не требующие никаких внешних компонентов, кроме нескольких конденсаторов (рис. 3).

Между силовыми входами модуля предлагается подключать три конденсатора: электролитический конденсатор C1 и два керамических конденсатора C2 и C3. Рекомендуемые параметры этих конденсаторов, а также максимальные значения емкости нагрузки C<sub>OUT</sub> и емкости опционального конденсатора C<sub>SS</sub>, задающего длительность «мягкого старта» (Soft Start), приведены в таблице 2, в которой указаны и артикулы входных фильтров серий QPI и MQPI, рекомендуемых для DC/DC-конвертеров PI31. Эти фильтры, разработанные компанией PicoG, позволяют существенно (на 40–60 дБ) снизить уровень синфазных и дифференциальных кондуктивных помех в диапазоне от 150 кГц до 30 МГц [4]. КПД фильтров превышает 99%.

Регулировка выходного напряжения конвертера в пределах от -20 до +10% номинального значения (табл. 1) осуществляется с помощью внешнего резистора, который следует подключить между выводами TRIMM/SS и SGND модуля (рис. 4) для снижения напряжения или между выводами TRIMM/SS и ENABLE для повышения напряжения.

Конденсатор C<sub>SS</sub> подсоединяется к выводам TRIMM/SS и SGND. Управляющий вход ENABLE служит для перевода модуля

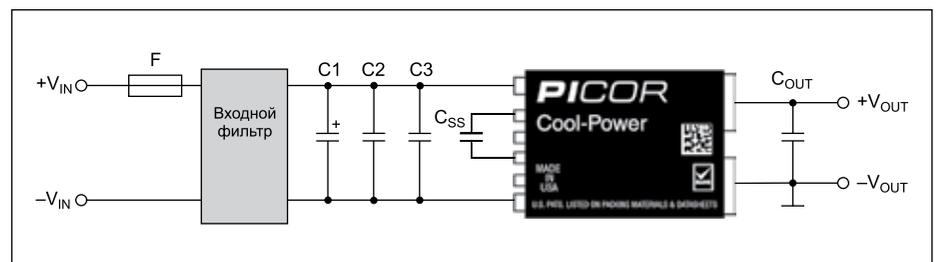


Рис. 3. Функциональная схема источника питания на базе модуля семейства PI31

Таблица 2. Параметры внешних компонентов источника питания на базе модуля семейства PI31

DC/DC-конвертер	Рекомендуемые параметры входных конденсаторов		Максимальная емкость нагрузки C <sub>OUT</sub> , мкФ	Максимальная емкость конденсатора C <sub>SS</sub> , мкФ	Входной фильтр [4]
	C1	C2, C3			
PI3101-00-HVIZ	47 мкФ × 100 В	1 мкФ × 100 В	10000	1	QPI-12LZ
PI3105-00-HVIZ	47 мкФ × 100 В	1 мкФ × 100 В	1200	0,22	QPI-12LZ
PI3110-01-HVIZ	47 мкФ × 100 В	1 мкФ × 100 В	220	0,68	QPI-12LZ
PI3109-01-HVIZ	100 мкФ × 50 В	4,7 мкФ × 50 В	4700	0,39	QPI-11LZ
PI3106-01-HVIZ	100 мкФ × 50 В	4,7 мкФ × 50 В	2200	0,39	QPI-11LZ
PI3108-00-HVMZ	100 мкФ × 63 В	4,7 мкФ × 63 В	4700	0,22	MQPI-18LP
PI3109-00-HVMZ	100 мкФ × 63 В	4,7 мкФ × 63 В	4700	0,22	MQPI-18LP
PI3106-00-HVMZ	100 мкФ × 63 В	4,7 мкФ × 63 В	1000	0,22	MQPI-18LP
PI3111-00-HVMZ	100 мкФ × 63 В	4,7 мкФ × 63 В	1000	0,22	MQPI-18LP



Рис. 4. Выводы модуля PI31:

+IN, -IN — силовые входы;  
 SGND — общая шина первичной электрической цепи;  
 ENABLE — управляющий вход;  
 TRIMM/SS — вход для подключения внешних пассивных компонентов;  
 TM — выход измерительного преобразователя температуры,  
 +OUT, -OUT — силовые выходы

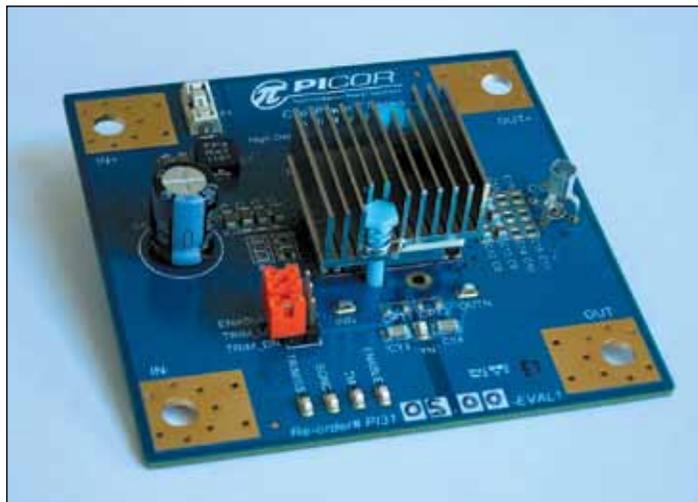


Рис. 5. Оценочная плата PI3105-00-EVAL1

из активного режима в режим Shutdown (для этого нужно соединить выводы ENABLE и SGND), а вывод TM является выходом встроенного аналогового термометра, с чьей помощью можно контролировать температуру внутри модуля. Номинальное выходное напряжение встроенного термометра при температуре +27 °C равно 3 В, а его чувствительность — 10 мВ/°C.

### Эксплуатационные достоинства модулей семейства PI31

DC/DC-конвертеры семейства PI31 обладают многими ценными качествами, к числу которых относятся уже отмеченные выше гальваническое разделение входных и выходных цепей, управляющий вход ENABLE для дистанционного включения/выключения конвертера, программируемый режим Soft Start, встроенный измерительный преобразователь, позволяющий контролировать температуру внутри модуля, возможность регулировки выходного напряжения в широких пределах с помощью лишь одного внешнего резистора, малогабаритный корпус. Кроме того, конвертер имеет встроенное устройство защиты от возмож-

ных нештатных ситуаций, которое осуществляет блокировку конвертера при выходе входного напряжения за допустимые пределы (Under Voltage Lockout, Over Voltage Lockout), а также защищает модуль от перенапряжения на выходной шине (Over-Voltage Protection), от перегрузки по выходному току (Over-Current Protection) и от перегрева (Over-Temperature Protection).

Для дополнительной защиты входного источника питания от перегрузки (в аварийной ситуации) рекомендуется использовать плавкий предохранитель F (рис. 3), а для защиты самого DC/DC-конвертера от перегрева следует применять дополнительный радиатор, принудительное охлаждение или оба этих способа отвода тепла вместе. Параметры предохранителей для каждого из модулей семейства PI31 приведены в технической документации поставщика [3], а обсуждение темы проектирования системы охлаждения можно найти в статье [2].

### С чего начать?

Разработчикам источников питания электронной аппаратуры, которых заинтересовала наша статья, мы рекомендуем обратиться вни-

мание на оценочные платы, созданные инженерами Vicor для каждого DC/DC-конвертера семейства PI31 (рис. 5), а также для всех других типов модулей, поставляемых корпорацией Vicor на рынок электронных компонентов. Оценочные платы позволяют в кратчайшие сроки приобрести практический опыт работы с модулями Vicor, свести к минимуму вероятность возможных ошибок и сократить суммарные затраты на проектирование нового источника питания.

Дополнительную информацию по продукции корпорации Vicor можно получить у авторов статьи, а также на специализированном сайте [5].

### Литература

1. Белотуров В., Иванов Д., Кривченко И. DC/DC-конвертеры семейства Cool-Power // Компоненты и технологии. 2012. № 9.
2. Иванов Д., Кривченко И. Новые DC/DC-конвертеры семейства Cool-Power // Компоненты и технологии. 2013. № 10.
3. <http://www.vicorpower.com/dc-dc-converters-board-mount/cool-power-pi31xx>
4. <http://www.vicorpower.com/dc-dc-filters/qpi>
5. [www.powel.ru](http://www.powel.ru)