

Источники электропитания категории качества «ВП»

Сергей ШИШКИН

В статье представлен обзор отечественного рынка источников электропитания категории качества «ВП», включенных в ограничительный перечень МОП 44.001.18 для аппаратуры, приборов, устройств и оборудования военного назначения. Автор рассматривает конструктивные и функциональные особенности, технические характеристики этих источников питания.

Введение

Напомним, перечень МОП 44.001.18 является официальным изданием Министерства обороны Российской Федерации и обязательным для всех организаций, предприятий и учреждений, независимо от форм собственности, осуществляющих разработку (модернизацию), производство, эксплуатацию и ремонт аппаратуры военного назначения по заказу этого министерства для органов военного управления, научно-исследовательских организаций и военных представительств, а также для разработчиков и изготовителей изделий. Фактически перечень является «витриной электрорадиоизделий» (элементной базы) отечественного ОПК и в частности источников вторичного электропитания. Перечень обновляется каждый год и разработан в соответствии с РД В 22.02.196-2000. Этот документ содержит преимущественно перспективную номенклатуру элементной базы категории качества «ВП» с техническим уровнем и характеристиками, которые отвечают требованиям действующих нормативных документов на изделия военного назначения и позволяют создавать современные образцы аппаратуры различного назначения.

Источники вторичного электропитания (ИВЭП, модули питания) — важная и неотъемлемая составная часть любой (за редким исключением) радиоэлектронной аппаратуры, будь то средства связи, комплекс аппаратуры передачи данных или автоматизированная система управления зенитно-ракетным комплексом — источники вторичного электропитания присутствуют везде. Качественное электропитание — залог надежной работы всего комплекса аппаратуры.

Качественный рост радиоэлектроники в военной сфере диктует новые требования к источникам электропитания, а также к средствам и системам электропитания радиоэлектронной аппаратуры. Развитие модулей питания идет по пути повышения интеграции, сокращения числа задействованных элементов, применения новой схемотехники,

миниатюризации и увеличения нагрузочной способности. Увеличение КПД, повышение энергетической плотности (удельной мощности), надежности — все это особенно актуально для модулей питания, применяемых в военной технике. А если учитывать современные реалии, то на первое место выходит еще и «цена вопроса», соотношение цена/качество. Военная техника, как и любой другой товар, получает признание лишь в том случае, если ее покупают. Рынок побуждает производителя модулей питания снижать их себестоимость, поднимать качество, искать новые схемотехнические и конструктивные решения, применять современную элементную базу.

В тяжелых (жестких) условиях эксплуатации модули питания с приемкой заказчика все шире применяются в гражданской и специальной технике. Требования к модулям питания с приемкой «5» по надежности, стойкости к внешним воздействующим факторам, условиям эксплуатации, к электрическим параметрам и электрическим режимам строго определяются соответствующими стандартами (ГОСТами). В итоге после выполнения всех необходимых мероприятий и процедур и проведения приемо-сдаточных испытаний цена модулей питания категории качества «ВП» в среднем становится выше аналогичных с приемкой «ОТК» на 20–50%.

У DC/DC- и AC/DC-преобразователей, представленных в МОП 44.001.18, можно выделить следующие конструктивные, функциональные и технические особенности:

- Широкий диапазон входных напряжений.
- Один, два или три гальванически развязанных выходных канала.
- Металлический или металлокерамический корпус.
- Высокий КПД.
- Диапазон рабочей температуры среды: не меньше чем от -45 до $+75$ °С.
- Низкий уровень радиопомех.
- Высокая надежность и отказоустойчивость.
- Высокая энергетическая плотность (удельная мощность).
- Срок службы — не менее 20 лет.

Кроме того, можно выделить следующие основные сервисные функции таких модулей:

- Защита от перегрузок по току и от короткого замыкания, от превышения выходного напряжения и перегрева (все виды защиты — самовосстанавливающиеся).
- Управление включением/выключением с помощью маломощного логического сигнала (дистанционное включение).
- Регулировка выходного напряжения (ΔU_p , не менее $\pm 5\%$).
- Параллельная работа нескольких модулей на общую нагрузку (суммирование выходных токов и напряжений).
- Выносная обратная связь.
- Контрольный выходной сигнал, информирующий о работоспособности модуля питания.
- Вывод «корпус».

«АЛЕКСАНДЕР ЭЛЕКТРИК Дон»

Обзор начнем с продукции группы компаний «АЛЕКСАНДЕР ЭЛЕКТРИК Дон» [1]. В МОП 44.001.18 включены DC/DC-преобразователи серии МДМ и AC/DC-преобразователи серии МАА (рис. 1). В этом перечне представлены одно-, двух- и трехканальные модули электропитания указанных серий.



Рис. 1. AC/DC-преобразователь серии МАА

Таблица 1. Основные параметры ИВЭП ГК «АЛЕКСАНДЕР ЭЛЕКТРИК Дон»

ИВЭП	Входное напряжение, В	Выходное напряжение, В	Мощность, Вт	Масса, кг
МАЗ30-1(2,3)К(С)	81–138 (400 Гц) 187–242 (50, 400 Гц)	5, 9, 12, 15, 24, 27	20	0,3
МАЗ50-1(2,3)К(С)			50	0,4
МАЗ100-1(2,3)К(С)			100	0,8
МАЗ150-1(2,3)К(С)			150	0,8
МАЗ200-1(2,3)К(С)			200	1,6
МАЗ300-1(2,3)К(С)			300	1,6
МАЗ600-1(2)К(С)			600	2,5
МАЗ900-1(2)К(С)			900	4,5
МАЗ1200-1(2)К(С)			1200	4,5

Модули электропитания МДМ и МАЗ предназначены для внутреннего монтажа. Широкий диапазон входных напряжений — от 81 до 138 В (сеть К; частота 400 Гц) и от 187 до 242 В (сеть С; частота 50, 400 Гц) переменного тока — обеспечивает надежное функционирование устройств в различных системах энергоснабжения, в том числе в жестких климатических условиях.

Основные параметры некоторых ИВЭП (АС/DC-преобразователей) серии МАЗ из МОП 44.001.18 представлены в таблице 1.

Модули электропитания серии МАЗ способны работать в широком диапазоне температур (–50...+85 °С). В зависимости от исполнения они имеют один, два или три гальванически развязанных выходных канала, могут включаться и выключаться по команде и обладают полным комплексом защиты от перегрузки по току, короткого замыкания и перегрева. Полимерная герметизирующая заливка обеспечивает надежную защиту от внешних воздействующих факторов и исключает повреждения модуля электропитания, вызванные вибрацией или попаданием грязи, влаги или соляного тумана.

Корпус АС/DC-преобразователей выполнен в виде П-образного алюминиевого основания. От механических и климатических воздействий печатную плату модуля предохраняет крышка из тонкостенной стали. Модули электропитания «АЛЕКСАНДЕР ЭЛЕКТРИК

Дон» от аналогичных изделий отечественных производителей отличает высокая энергетическая плотность (удельная мощность). У АС/DC-преобразователей МАЗ900 энергетическая плотность равна 452 Вт/дм³, а у МАЗ600 достигает 503 Вт/дм³. Выходное напряжение каналов может иметь фиксированное значение в диапазоне от 3,3 до 68 В.

Следует отметить возможность параллельной работы модулей электропитания на общую нагрузку. Параллельное соединение выходов каналов позволяет увеличить суммарную выходную мощность модулей до значения:

$$P_{\text{сумм}} = 0,7NP_{\text{н}}$$

где 0,7 — рекомендуемый коэффициент загрузки модулей; N — количество модулей; $P_{\text{н}}$ — номинальная выходная мощность модуля, Вт.

При правильно выполненном подключении модулей электропитания разбаланс выходных токов модулей, включенных параллельно на номинальной суммарной выходной мощности, не превышает 10–15%. Использование функции выносной обратной связи позволяет компенсировать падение напряжения на соединительных проводах до 5% от значения выходного напряжения при номинальной мощности на выходе.

Корпус модуля электропитания может быть оборудован креплением на DIN-рейку.

DC/DC-преобразователи, которые выпускает «АЛЕКСАНДЕР ЭЛЕКТРИК Дон», отличает широкий диапазон рабочих температур (от –60 до +125 °С), а также низкий профиль корпуса (12,85 мм при выходной мощности 400 Вт).

Потребителю могут быть предложены модули с номинальной мощностью от 3 до 400 Вт с входными сетями:

- 10,5–15 В (сеть А);
- 21–30 В (сеть Б);
- 17–36 В (сеть В);
- 36–72 В (сеть Д);
- 82–154 В (сеть Н);
- 130–185 В (сеть Р);

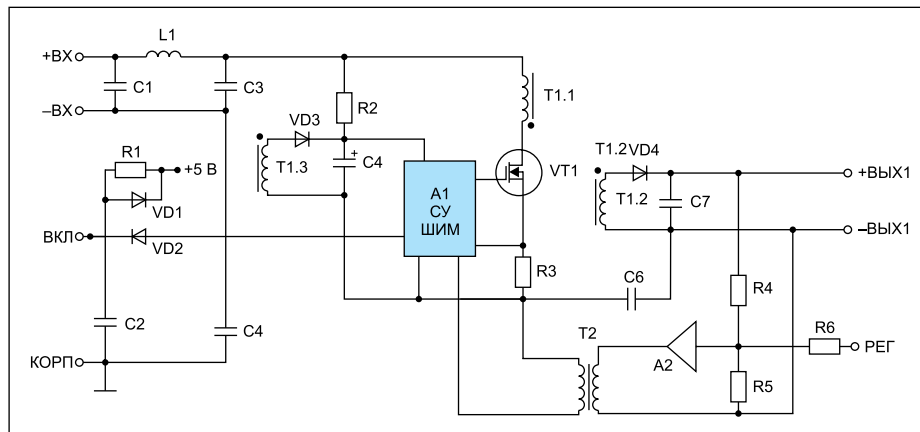


Рис. 3. Упрощенная принципиальная схема одноканального обратноходового модуля электропитания серии МДМ

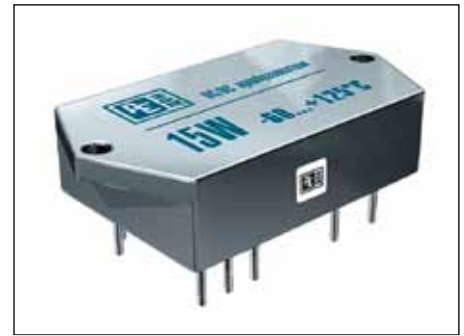


Рис. 2. DC/DC-преобразователь серии МДМ

Таблица 2. Основные параметры модулей электропитания из серии МДМ

ИВЭП	Входное напряжение, В	Выходное напряжение, В	Мощность, Вт	Масса, кг	
МДМ3 (5, 6)-1(2)А	10,5–15	5, 9, 12, 15, 24, 27	3 (5, 6)	0,022	
МДМ3 (5, 6)-1(2)Б	21–30				
МДМ3 (5, 6)-1(2)В	17–36				
МДМ3 (5, 6)-1(2)Д	36–72				
МДМ7,5-1(2)А	10,5–15				
МДМ7,5-1(2)Б	21–30				
МДМ7,5-1(2)В	17–36		7,5		0,03
МДМ7,5-1(2)Д	36–72				
МДМ10 (15)-1(2,3)А	10,5–15				
МДМ10 (15)-1(2,3)Б	21–30		10 (15)		0,03 (0,045)
МДМ10 (15)-1(2,3)В	17–36				
МДМ10 (15)-1(2,3)Д	36–72				
МДМ20-1(2)А	10,5–15	20	0,045		
МДМ20-1(2)Б	21–30				
МДМ20-1(2)В	17–36				
МДМ20-1(2)Д	36–72				
МДМ30 (40)-1(2)А	10,5–15	30 (40)	0,065		
МДМ30 (40)-1(2)Б	21–30				
МДМ30 (40)-1(2)В	17–36				
МДМ30 (40)-1(2)Д	36–72				
МДМ40 (80)-1(2)М	175–350	40 (80)	0,11 (0,184)		
МДМ40 (80)-1(2)Н	82–154				
МДМ60 (80)-1А	10,5–15	60 (80)	0,11		
МДМ60 (80)-1Б	21–30				
МДМ60 (80)-1В	17–36				
МДМ60 (80)-1Д	36–72				
МДМ120 (160)-1А	10,5–15	120 (160)	0,175 (0,184)		
МДМ120 (160)-1Б	21–30				
МДМ120 (160)-1В	17–36				
МДМ120 (160)-1Д	36–72				
МДМ120 (160)-1М	175–350				
МДМ120 (160)-1Н	82–154				
МДМ120-1Р	130–185	120	0,175		
МДМ240 (320, 400)-1А	10,5–15	240 (320, 400)	0,25		
МДМ240-1Б	21–30				
МДМ240 (320, 400)-1В	17–36	240 (320, 400)	0,25		
МДМ240 (320, 400)-1Д	36–72				
МДМ240-1М (320, 400)	175–350	240 (320, 400)	0,25		
МДМ240-1Н (320, 400)	82–154				
МДМ240-1Р	130–185	240	0,25		

- 175–350 В (сеть М).

Основные параметры некоторых модулей электропитания (DC/DC-преобразователей) из серии МДМ (рис. 2) представлены в таблице 2.

Схемотехника модулей питания серии МДМ представляет собой однотактный прямо- или обратноходовой преобразователь напряжения с гальванической развязкой между входом и выходом (выходами). В качестве примера на рис. 3 показана

упрощенная принципиальная схема одно-канального модуля электропитания.

Цепь обратной связи по напряжению выполнена на трансформаторе Т2. Входные и выходные цепи гальванически развязаны. Подобное схемотехническое решение хорошо себя зарекомендовало и широко применяется как в повышающих, так и в понижающих преобразователях напряжения.

Модули МДМ имеют вход дистанционного управления (вкл./выкл.: «лог. 1» — вкл., «лог. 0» — выкл.). Этот вход гальванически связан с минусом входного напряжения и по параметрам согласован с сигналами уровня ТТЛ с открытым коллектором.

В одноканальных модулях МДМ есть возможность регулировки выходного напряжения. Для увеличения выходного напряжения необходимо подключить резистор между выводами «РЕГ» и «-ВЫХ»; соответственно, для уменьшения выходного напряжения нужно подключить резистор между выводами «РЕГ» и «+ВЫХ». Допустимо включать параллельно выходы одного модуля с двумя или тремя каналами при условии, что они рассчитаны на одно напряжение. Кроме того, выходы одного или нескольких модулей можно включать последовательно, обязательно подключая параллельно каждому из используемых выходов обратные диоды. Это позволяет получать несколько комбинаций выходного напряжения от одного типа модуля. У DC/DC-преобразователей МДМ60 энергетическая плотность равна 1190 Вт/дм³, а у МДМ400 она достигает 3007 Вт/дм³!

Конструктивно модули электропитания МДМ выполняются в литых корпусах с крепежными фланцами или без них. В аппаратуре модули можно устанавливать на радиатор охлаждения и на печатную плату.

Следует отметить, что «АЛЕКСАНДЕР ЭЛЕКТРИК Дон» может предложить широкий спектр модулей электропитания категории качества «ВП»: от 3-Вт DC/DC-преобразователя до 1500-Вт. Кроме того, предприятие предлагает модули защиты и фильтрации, источники беспере-

бойного питания, трехфазные AC/DC-преобразователи, а также маломощные конвертеры с повышенным КПД.

Политика преемственности в случае освоения линейки следующего поколения позволяет сохранить расположение выводов и габариты корпуса, а потребитель получает продукцию в сжатые сроки. Поэтому разработчик может выработать более гибкую идеологию построения всей системы и блоков электропитания в разрабатываемом изделии, уменьшить количество поставщиков, оперативно получать готовое изделие и рассчитывать на дополнительные предпочтения от долгосрочного сотрудничества.

НПП «ЭлТом»

НПП «ЭлТом» [2] серийно производит ряд унифицированных источников питания класса DC/DC категории качества «5» для оборонно-промышленного комплекса России. В МОП 44.001.18 включены DC/DC-преобразователи серий МП (рис. 4), МПШВ и МПШН.

Основные параметры DC/DC-преобразователей этих серий представлены в таблице 3.

«ЭлТом» выпускает унифицированные герметизированные стабилизирующие модули питания с категорией качества «ВП» — одно-, двух- и трехканальные, на основе DC/DC-конвертера с гальванической развязкой между входом и выходом с электрически нейтральным корпусом. Все модули питания, как уже отмечалось выше, работают в диапазоне температур от -60 до +100 °С. В зависимости от вида исполнения они могут иметь синхронизацию, функции выключения

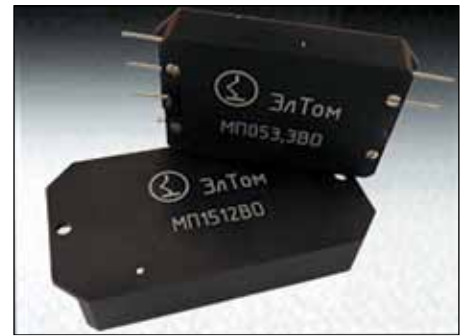


Рис. 4. DC/DC-преобразователь серии МП

внешним сигналом и подстройки выходного напряжения. Значения выходного напряжения модулей — 3,3; 5; 9; 12; 15; 27 В. Значения выходной мощности — 5; 10; 15; 25; 50 Вт. Эти модули питания можно применять в аппаратуре класса 1, 2, 3, 4, 5, 1 и 5,2 по ГОСТ РВ 20.39.304. Предусмотрена возможность параллельного подключения выходных каналов для работы на общую нагрузку.

Все источники питания заключены во фрезерованные металлические корпуса, что обеспечивает высокую стойкость к воздействию механических и климатических факторов, электромагнитных помех и т. д. Выводы допускают трехкратную перепайку без повреждения.

По своим конструктивным и электрическим параметрам серийно выпускаемые модули питания «ЭлТом» не уступают большинству ИВЭП, которые производят другие российские компании. Особенность ИВЭП «ЭлТом» — применение только отечественной элементной базы.

Таблица 3. Основные параметры DC/DC-преобразователей серий МП, МПШВ и МПШН

ИВЭП	Входное напряжение, В	Выходное напряжение, В	Мощность, Вт	Масса, кг
МП05 XX BO	18–36	3,3, 5, 9, 12, 15, 27	5	0,055
МП10 XX BO			10	0,065
МП15 XX BO			15	0,09
МП25 XX BO			25	0,175
МП50 XX BO			50	0,23
МПШВ05 XX BOB (Г)	18–75	5, 12, 15, 27	5	0,055
МПШВ10 XX BOB (Г)			10	0,065
МПШВ15 XX BOB (Г)			15	0,065
МПШВ25 XX BOB (Г)			25	0,09
МПШН10 XX BOB (Г)	9–36	5, 12, 15, 27	10	0,065
МПШН15 XX BOB (Г)			15	0,09

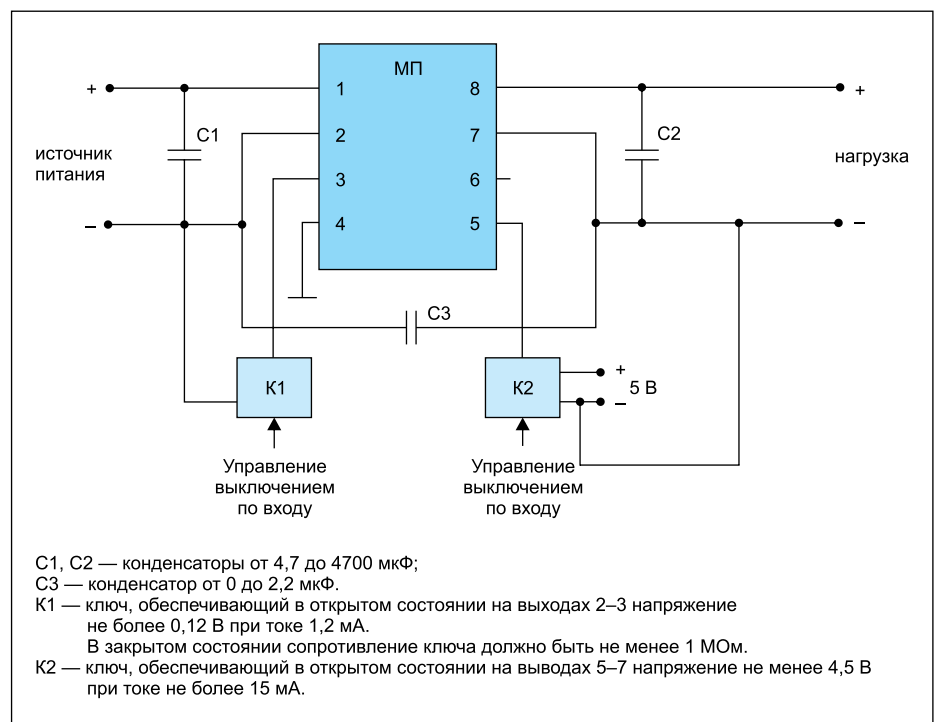


Рис. 5. Схема включения модулей питания МП

Основные технические характеристики и электрические параметры ИВЭП компании «ЭлТом»:

- Номинальная выходная мощность: 5–50 Вт.
- Удельная мощность: до 670 Вт/дм³.
- Диапазоны входного напряжения: 18–36; 9–36; 18–75 В.
- Число выходных каналов: 1; 2; 3.
- Значения выходного напряжения: 3,3; 5; 9; 12; 15; 27 В (на заказ возможны другие).
- Амплитуда пульсаций выходного напряжения: не более 50 мВ.
- Суммарная нестабильность выходного напряжения: ±3%.
- Время установления выходного напряжения: не более 0,1 с.
- Температурный диапазон: –60...+100 °С.

Все серийно выпускаемые изделия защищены от перегрузки по току и от короткого замыкания. Большинство моделей имеют сервисные функции, такие как дистанционное вкл./выкл. внешним сигналом, подстройка выходного напряжения и синхронизация.

Модули питания компании «ЭлТом» рекомендовали себя как неприхотливые и высоконадежные изделия, допускающие работу в широком спектре применений. Выпускаются модули как с вертикальным, так и с горизонтальным расположением выводов, для объемного монтажа и монтажа на печатную плату соответственно.

Схема включения модулей питания МП приведена на рис. 5.

Группа компаний «Электроинвест»

В МОП 44.001.18 представлена также продукция ГК «Электроинвест» [3]. Модули питания «Электроинвеста» снабжены защитой от выходного перенапряжения, перегрузок по току и коротких замыканий на выходе с автоматическим возвратом в рабочий режим при устранении причины перегрузки и имеют вход дистанционного включения маломощным логическим сигналом. Они также имеют возможность дистанционной регулировки выходного напряжения до ±10% от номинального значения. Контрольный выходной сигнал информирует о работе модуля питания. При исправной работе модуля на выходе «контроль» присутствует напряжение 5–12 В. Отсутствие напряжения говорит о неисправности/отключении модуля.

«Электроинвест» выпускает модули питания серии СНП двух типов. Изделия первого типа имеют два гальванически связанных, а также два гальванически развязанных канала. Модули питания второго типа имеют два канала, равных по абсолютному значению напряжения разной полярности относительно общего выхода. Модели обоих типов предназначены для работы от источников постоянного тока с номинальным напряжением 12 и 27 В.

Таблица 4. Основные параметры модулей питания ГК «Электроинвест»

Обозначение модуля питания	Выходное номинальное напряжение, В		Пульсации выходного напряжения (размах), не более, мВ		Выходной номинальный ток, А		Масса, не более, г
	Канал 1	Канал 2	Канал 1	Канал 2	Канал 1	Канал 2	
Первый тип							
СПН27-10-0512	5	12	100	60	1	0,3	60
СПН27-06-1515	15	–15	60	60	0,2	0,2	
СПН27-10-1505	15	–5	50	30	0,6	0,06	
СПН27-06-0505	5	–5	100	100	0,6	0,6	80
СПН27-06-0909	9	–9	50	50	0,33	0,33	
СПН27-06-1212	12	–12	50	50	0,25	0,25	
СПН27-30-053,3	5	3,3	100	50	5	1	175
Второй тип							
СПН27-03-05Д	5	–5	100	100	0,3	0,3	60
СПН27-03-06Д	6	–6	120	120	0,25	0,25	
СПН27-03-09Д	9	–9	180	180	0,17	0,17	
СПН27-03-12Д	12	–12	240	240	0,13	0,13	80
СПН27-03-15Д	15	–15	300	300	0,1	0,1	
СПН27-05-05Д	5	–5	100	100	0,5	0,5	
СПН27-05-06Д	6	–6	120	120	0,42	0,42	175



Рис. 6. DC/DC-преобразователь серии СПНМ



Рис. 7. AC/DC-преобразователь серии СПНМ220

Основные технические характеристики модулей питания СНП:

- Температурный диапазон: –60...+100 °С.
- Относительная влажность при температуре +35 °С: до 100%.
- Пониженное атмосферное давление: 10^{–6} мм рт. ст. (1,33×10^{–4} Па).
- Повышенное атмосферное давление: 2100 мм рт. ст. (2,1×10³ Па);
- Суммарная нестабильность выходного напряжения по каждому каналу не должна превышать:
 - ±3% от U_{вых} для модулей питания первого типа;
 - ±7% от U_{вых} для модулей питания второго типа.
- Синусоидальная вибрация с амплитудой ускорения 400 м/с² (40g) в диапазоне частот от 5 до 2500 Гц.
- Механический удар многократного действия:
 - пиковое ударное ускорение — 1470 м/с² (150g);
 - длительность действия — 2–10 мс.
- Механический удар одиночного действия:
 - пиковое ударное ускорение — 9800 м/с² (1000g);
 - длительность действия — 0,3–1 мс.
- Акустический шум в диапазоне частот 50–10000 Гц.
- Уровень звукового давления: 150 дБ.
- Срок службы: 20 лет.

Конструктивно все DC/DC-преобразователи компании «Электроинвест» выполнены в планарных корпусах.

Основные параметры некоторых модулей питания первого и второго типа приведены в таблице 4.

В МОП 44.001.18 представлены DC/DC-преобразователи ГК «Электроинвест» серий СПН и СПНМ (рис. 6).

Основные параметры ИВЭП (AC/DC-преобразователей) серии СПНМ220 (рис. 7) из МОП 44001.18 приведены в таблице 5.

Таблица 5. Основные параметры ИВЭП серии СПНМ220

ИВЭП	Входное напряжение, В	Выходное напряжение, В	Мощность, Вт	Масса, кг
СПНМ220-25	187–253 (50, 400 Гц)	5, 6, 9, 12, 15, 27, 36	25	0,28
СПНМ220-50		5, 6, 9, 12, 15, 27, 36, 48, 60	50	0,35
СПНМ220-100		5, 12, 27, 36, 48, 60	100	0,40
СПНМ220-200		5, 12, 27(24), 36, 48, 60	200	0,6
СПНМ220-300		12, 27, 36, 48, 60	300	0,8
СПНМ220-500		12, 27, 36, 48, 60	500	1,2

Схемотехника двухканальных модулей СПН представляет собой одноканальный обратногоходовой преобразователь. СПНМ220-25 — одноканальный FlyBack. СПНМ220-25...СПНМ220-200 — двухканальные прямоходовые преобразователи. СПНМ220-500 — понижающий стабилизатор с корректором коэффициента мощности. Энергетическая плотность модулей питания «Электроинвест» некоторых модификаций может достигать 400 Вт/дм³.

«ИРБИС-5»

Компания «ИРБИС-5» [4] представляет в перечне DC/DC-преобразователи серии ВР. Они выполнены в виде модуля для монтажа на печатную плату, который помещен в металлический корпус. Элементы залиты компаундом. Такая конструкция обеспечивает отсутствие механического резонанса при воздействии синусоидальной вибрации, что позволяет модулю работать в любом положении.

DC/DC-преобразователи серии ВР имеют стандартный набор функций: регулировка выходного напряжения в пределах $\pm 5\%$, дистанционное включение, защита от перегрузки по току и от короткого замыкания (КЗ) по выходу. После снятия перегрузки или КЗ модуль питания автоматически восстанавливает свои параметры. Время КЗ не ограничено. Модули питания устойчивы к воздействию специальных факторов 7И; 7С; 7К при значении характеристик 1Ус; 1К в соответствии с ГОСТ РВ 20.39.413-97.

Нестабильность выходного напряжения при изменении входного напряжения — $\pm 0,3\%$. Нестабильность выходного напряжения при изменении тока нагрузки — $\pm 0,7\%$. Нестабильность выходного напряжения при изменении температуры окружающей среды — $\pm 1,5\%$. Величина напряжения радиопомех соответствует ГОСТ25803 (группа 2.1, кривая 3). Сопротивление изоляции между входными и выходными контактами в НКУ — не менее 20 МОм. Электрическая прочность изоляции между входными и выходными контактами — 500 В постоянного напряжения. Диапазон рабочих температур

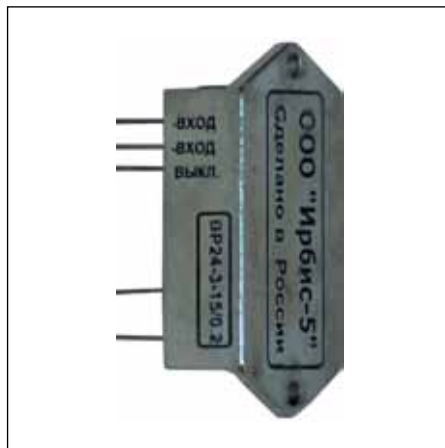


Рис. 8. DC/DC-преобразователь BP24-3

Таблица 6. Основные параметры DC/DC-преобразователей из серии ВР

ИВЭП	Входное напряжение, В	Выходное напряжение, В	Мощность, Вт	Масса, кг
BP24-3	9–36	5, 9, 12, 15, 24, 27	3	0,017
BP24-6		3,3, 5, 9, 12, 15, 24, 27	6	0,017
BP24-15		2,5, 3,3, 5, 9, 12, 15, 24, 27	15	0,042
BP24-30		2,5, 3,3, 5, 9, 12, 15, 27	30	0,06

составляет $-60...+85$ °С, при температуре корпуса не более $+100$ °С.

Основные параметры DC/DC-преобразователей из серии ВР представлены в таблице 6. Внешний вид DC/DC-преобразователя BP24-3 приведен на рис. 8.

Заключение

Отечественные производители предлагают разнообразные модули питания с приемкой заказчика. Для аппаратуры всех классов и всех групп по ГОСТ РВ 20.39.304 можно подобрать модуль питания с приемкой «5». Цена этих изделий у всех представленных компаний примерно на одном уровне. Их продукция конкурентоспособна. Причем изготовители готовы в большинстве случаев пойти навстречу заказчику и оперативно изменить параметры серийно выпускаемой продукции, в некоторых случаях — даже с внесением поправок в техническую документацию. Все модули питания выполнены на отечественной элементной базе в металлических или металло-керамических корпусах. Российская промышленность выпускает для разработки и изготовления AC/DC- и DC/DC-преобразователей все необходимые элементы с приемкой «5», в том числе ШИМ-контроллеры.

Предприятие-изготовитель не платит абсолютно ничего за то, чтобы его изделия были внесены в ограничительный перечень МОП 44.001.18. Поэтому в интересах самого предприятия, выпускающего ИВП категории качества «ВП», в том числе и источники электропитания, чтобы его продукция попала в этот перечень и оказалась в поле зрения разработчиков военной и специальной техники.

Литература

1. www.aedon.ru
2. www.eltom.ru
3. www.elin-gk.ru
4. www.mmp-irbis.ru