

А. В. Лукин, М. Ю Кастров., А. А. Герасимов

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ DC-DC МОДУЛЕЙ ПИТАНИЯ НА ОТЕЧЕСТВЕННОЙ И ИМПОРТНОЙ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЕ

A. V. Lukin, M. J. Kastrov,  
A. A. Gerasimov

Приведены результаты сравнительного анализа блоков питания, производимых ЗАО "ММП-Ирбис", собранных на отечественной и импортной элементной базе. Сравнение проводилось по электрическим характеристикам, надежности, стоимости, технологичности, срокам поставки. По результатам сделано заключение.

**Ключевые слова:** блок питания, элементная база, технические характеристики, продукция, стоимостные показатели, производитель, поставщик.

Comparison Analysis of DC-DC Power Modules Based on Home-Produced and Imported Components

The paper presents the results of comparative analysis of supply units produced by Close Joint-Stock Company "MMP-Irbis", assembled on the basis of home-produced and imported components. This comparison was made by electrical characteristics, reliability, costs, technological effectiveness, delivery time. A conclusion was drawn in accordance with the results of the analysis.

**Key words:** supply unit, component base, technical features, production, cost parameters, manufacturer, supplier.

Практически на каждом форуме по источникам вторичного электропитания возникает дискуссия — использовать ли импортную элементную базу при их производстве, или нет? Одни говорят (в том числе и авторы данной статьи), что только при использовании импортной элементной базы может быть создан современный надежный, высокотехнологичный и дешевый источник питания. Другие доказывают, что необходимо применять только отечественные компоненты, и при этом, дескать, можно получить то же качество источника питания и независимость от поставок импортных компонентов, да еще и с "защитами" в них вредными закладками, которые подорвут обороноспособность страны.

Наверное, настала пора попробовать разобраться в этом вопросе, причем сделать это не голословно, а аргументировано, с цифрами, фактами и корректными выводами.

Как уже неоднократно упоминалось [1–4] за рубежом широко используют коммерческие источники питания в военной технике, конечно при определенных условиях. Это подтверждает и весьма уважаемый нами специалист и маркетолог Андрей Жданкин [3]. Причина только одна — гораздо меньшая цена и, как добавляет А. Жданкин, — уменьшенные сроки поставки, при прочих равных условиях. В [4] обоснованы сложившиеся в Российской Федерации тенденции применения в ракетно-космической технике и смежных отраслях промышленности новейших образцов зарубежной электронной компонентной базы, не имеющих аналогов в своем классе среди компонентов военного назначения.

Однако необходимо отметить, что данные, приведенные в [3, 4], получены из материалов зарубежной печати.

Для ответа на вопрос, а как в России применяют коммерческие источники питания в военной технике, приведем данные, полученные в ЗАО "ММП-Ирбис".

На рис. 1 показаны объемы продаж коммерческих блоков питания для военной техники. Здесь ВМП — обозначает объемы продаж блоков питания, производимых совместно с ЗАО "НПП"ВМП" с военной приемкой. В этих блоках применена импортная элементная база, поэтому поставки осуществляются по Решению в соответствии с Приказом МО РФ № 41 от 23.01.2001 г. Отличие этих блоков от чисто коммерческих заключается в использовании промышленной элементной базы и усиленного дополнительного межоперационного контроля и технологического прогона.

ВТ — обозначает объемы продаж блоков питания без военной приемки, но изготовленных по технологическому процессу и с применением компонентов, что и блоки с военной приемкой.

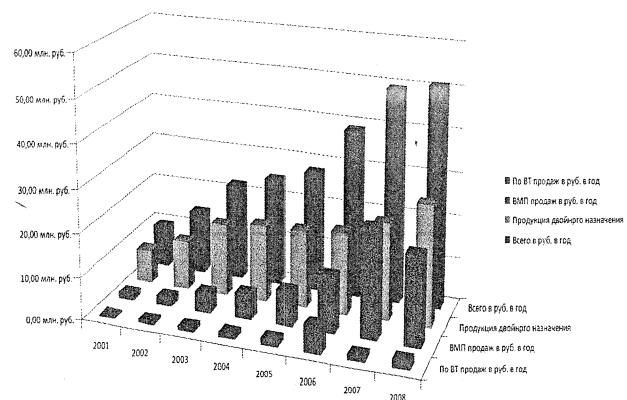


Рис. 1. Объемы продаж блоков питания для военной техники в денежном выражении

Падение объемов продаж в 2007 г. объясняется тем, что два крупных покупателя: ЗАО АСС и Азовский ОЗП после начала выпуска серийной продукции начали покупать блоки с военной приемкой (ВМП).

Продукция двойного назначения — это объемы продаж чисто коммерческих блоков питания для военной техники.

Последняя диаграмма — это суммарный объем выпуска блоков питания компанией “ММП-Ирбис” для военной техники.

На рис. 2 представлены те же объемы продаж, но выраженные в количествах изделий.

Диаграммы на рис. 1 и 2 наглядно показывают рост объемов продаж коммерческих блоков питания для военной техники начиная с 2001 г., который несколько замедлился в 2008 г. по понятным причинам.

Для сравнения характеристик блоков питания, применяемых в военной технике, изготовленных с использованием импортной и отечественной элементной базы, был выбран модуль питания МПВ15, широко применяемый в военной технике как с военной приемкой (ВМП15), так и без нее. Серийно блок питания ВМП15 выпускается практически полностью на импортной элементной базе, за исключением корпуса, магнитопроводов и эмаль-проводов электромагнитных компонентов.

На отечественной элементной базе с военной приемкой были изготовлены два образца блоков питания ВМПР15-1.

В табл. 1 приведены основные технические характеристики сравниваемых блоков питания на отечественной элементной базе — ВМПР15-1 и на импортной элементной базе — ВМП15-1.

Некоторые комментарии к табл. 1. Потери емкости отечественных конденсаторов типа К53-65, примененных в блоке ВМПР15-1, могут составлять от 10% до 80% на рабочей частоте 80 кГц. Этим объясняются увеличенные в два раза пульсации выходного напряжения. В блоке ВМП15-1 применены конденсаторы серии 293 фирмы *VISHAY*, у которых зависимость эквивалентного последовательного

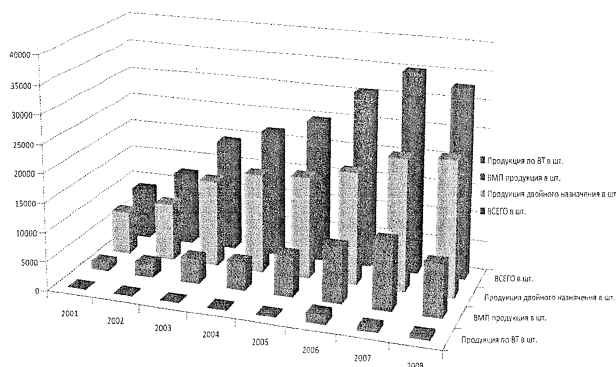


Рис. 2. Объемы продаж блоков питания для военной техники в количественном выражении

Таблица 1

Характеристики	ВМПР15-1	ВМП15-1
Точность установки выходного напряжения	±1%	±1%
Коэффициент нестабильности выходного напряжения от температуры	0,005 %/°C	0,005 %/°C
Пульсации выходного напряжения	50 мВ (факт.)	24 мВ (факт.)
КПД преобразователя	78,45%	80%
Время наработки до отказа	19725 ч (расч.)	41246 ч (расч.) 4700000 ч (подтв.)
Коэффициент нестабильности выходного напряжения		
– по напряжению	0,015%	0,015%
– по току	0,122%	0,287%

сопротивления от частоты более слабая, вплоть до частоты 1 МГц.

Более низкий КПД блока ВМПР15-1 определяется увеличенными потерями в отечественных выпрямительных диодах Шоттки и силовом транзисторе.

Разница в коэффициентах нестабильности по току объясняется неидентичностью цепей обратной связи — в блоке ВМПР15-1 применен трансформатор для гальванической развязки, в блоке ВМП15-1 — оптопара.

Динамические характеристики обоих блоков примерно одинаковые.

В целом можно сделать вывод, что по характеристикам, определяющим качество электроэнергии, сравниваемые блоки практически не отличаются.

Для сравнения стоимостных показателей рассматриваемых блоков оценим стоимость элементной базы, которая определяет цену изделия, так как она составляет 50–60% от стоимости при устойчивом серийном производстве.

В табл. 2 приведены цены на комплектующие элементы от соответствующих фирм-изготовителей. К этой таблице необходимо дать пояснения.

Импортная комплектация широко представлена на отечественном рынке. Десятки крупных зарубежных компаний конкурируют между собой за российский рынок сбыта электронных компонентов, имеют представительство в России и развитую дистрибуторскую сеть. Также существует очень большая группа предприятий, осуществляющих перепродажу элементной базы, как со стоков из-за рубежа, так и внутри России. Такая насыщенная сеть продаж приводит к тому, что предприятия-продавцы сами поддерживают складские остатки компонентов, пользующиеся широким спросом — побеждает тот, кто предлагает по низкой цене и со склада. Таким образом источник питания на импортной элементной базе с нуля можно скомплектовать в течение 2–4 недель, как правило дольше всего будут делаться платы. Если платы заказать на срочном производстве (это 3–4 дня), то комплектование займет около 3 недель и это при условии,

Таблица 2

Наименование компонента	ВМП15-1				ВМП15-1				Производитель
	Типоминал элемента	кол-во шт.	Цена, руб. с НДС	Стоимость, руб.	Тип элемента	кол-во шт.	Цена, руб. с НДС	Стоимость, руб.	
Чип резистор	0805-...5%	20	0,04	0,8	YAGEO BC components, VISHAY	24	4,48	107,52	ОАО "НПО"Эркон", Н. Новгород, ОАО "КБ "Икар", Н. Новгород
	0805-...0,1%	2	0,35	0,7		2	25,44	50,88	
	1206-...5%	3	0,05	0,25		1	3,98	3,98	
Чип конденсатор	0805-NP0-1000-50V	1	0,32	0,32	EPCCS, KEMET, MURATA, TDK, VISHAY SFERNICE, YAGEO, AVX KYOCERA	1	6,05	6,05	ОАО "НИИ Тирионид" Санкт Петербург, ОАО "Завод "Реконд" Санкт Петербург, ОАО "Кулон" Санкт Петербург, РУП Витебский завод радиодеталей Монлит
	0805-NP0-330-50V	1	0,17	0,17		1	4,04	4,04	
	0805-X7R-0,1-50V	2	0,25	0,5		1	5,6	5,6	
	0805-X7R-1500-50V	1	0,24	0,24		1	5,63	5,63	
	1206-NP0-1000-200V	1	1,58	1,58		1	4,56	4,56	
	1206-X7R-4700-50V	1	0,26	0,26		1	5,6	5,6	
	1812-X7R-0,82-100V	1	9,74	9,74		1	3,92	3,92	
1812-X7R-0,015-500V	1	8,52	8,52		1	16,13	16,13		
чип танталовый конденсатор	TD-4,7-50V	3	8,75	26,25	KEMET, AVX KYOCERA, EPCCS, VISHAY	4	132,07	528,28	ОАО "Электонд" г. Сарангул
	TD-100,0-10V	5	3,55	17,75		4	120,14	480,56	
чип диод	BAW56	4	0,48	1,92	ON Semiconductor, NXP, VISHAY, Infineon, Fairchild, Zetex Semiconductors	1	150,69	150,69	ОАО "Электонд" г. Сарангул
	MBV61545CT	1	13,17	13,17	ON Semiconductor, VISHAY, Diodes Inc, General Semiconductor, Micro Commercial Components	1	150,69	150,69	
чип стабилизатор	BZX84-C6V8	1	0,56	0,56		4	120,14	480,56	ЗАО НПК «Далекс»(ОАО ПО «Элекс», Александровский завод плл приборов, ОАО "Экситон" Павловский Посад моск. обл., ООО "кр ЗПП "Арсенал" г. Краснознаменск, моск. обл)
	BCX70G /	1	0,67	0,67	Fairchild Semiconductor, Zetex Semiconductors, Infineon, Central Semiconductor, Vishay, Samsung Electronic	3	53,1	159,3	
	BCX71G	1	1,08	1,08	Fairchild Semiconductor, Zetex Semiconductors, Infineon, Central Semiconductor, Vishay, Samsung Electronic	2	52,16	104,32	
	PMBT4401	1	0,8	0,8	Fairchild Semiconductor, ON Semiconductor, Vishay, Zetex Semiconductors, Micro Commercial Components, General Semiconductor, Microsemi, Hi-Sincerity Microelectronics	5	57,7	288,5	
	PMBT4403	1	0,8	0,8	Fairchild Semiconductor, ON Semiconductor, Vishay, Zetex Semiconductors, Micro Commercial Components, General Semiconductor, Microsemi, Hi-Sincerity Microelectronics	1	59,47	59,47	
силовой транзистор	IRF530NS	1	21,29	21,29	IRF	1	18	36	ОГУП "ИЗППГс ОКБ" г. Новосибирск
	PS2701-1	1	5,63	5,63	NEC	2	246,62	493,24	
м/схема	TL431BIDBVR	1	6,29	6,29	Texas Instruments	1	427,04	427,04	ОАО "Боронский завод Полупроводниковых Приборов-Сборка"
	SCD0403-3R9 (3,9мкГн)	1	4,64	4,64	Boaris, Sumida, Murata, YAGEO	1	435,42	435,42	
печатная плата		1	9,85	9,85	Вых. дрессель	1	15	15	ОАО "Экситон" Павловский Посад Моск. обл.
					печатная плата	1	49	49	
			сумма	159,28			сумма	3194,11	

что какого-то компонента нет в России и его надо везти из-за рубежа.

Необходимо отметить, что надо пользоваться только проверенными поставщиками, которые заинтересованы в долгосрочной работе с вами, остерегаться случайных связей, даже если предложение выглядит очень привлекательно, не ясно к каким последствиям все это приведет.

Отечественная комплектация. Сроки поставок даже самых элементарных компонентов начинаются от 30 дней (чип конденсаторы, резисторы и т. п.) и доходят до 90 дней и больше. Как правило, производитель ссылается на “загруженность” производства или какие-либо организационные проблемы (смена учредителей, реорганизация и т. п.), вплоть до полного срыва поставок. Некоторые компоненты производит только один изготовитель, в то время как устойчивое серийное производство требует наличие не менее 2–3 поставщиков компонентов.

Для полноты картины, необходимо сравнить рассматриваемые блоки питания по технологичности.

Резисторы. По размерам, характеристикам и упаковке отечественные резисторы полностью взаимозаменяемы с импортными.

Керамические конденсаторы. Отечественные проигрывают по удельной емкости, занимают больше места на печатной плате. Поставляются в катушках для машинной установки.

Диоды и транзисторы малой мощности (корпус SOT-23). По параметрам и типу корпуса отечественные взаимозаменяемы с импортными. Поставки в катушках для машинной сборки теоретически возможны, однако фактически получить не удается.

Микросхема TL-431. Отечественная отсутствует в SMT- корпусе для поверхностного монтажа, поэтому установка осуществляется вручную.

Силовой транзистор. Отечественный только в керамическом корпусе, поэтому тоже ручная установка.

Силовой диод. Отечественный является полным аналогом импортного.

В табл. 3 приведены итоговые сравнительные характеристики рассматриваемых блоков питания.

#### Заключение

1. Рост объемов продаж показывает, что в России с успехом используются коммерческие источники питания с импортной комплектацией в военной технике.

Таблица 3

Сравниваемые параметры	ВМПР15-1	ВМП15-1
Качество/надежность	Достаточное	Выше в 2–3 раза
Цена	Очень высокая	На порядок меньше
Сроки поставки	8–12 недель	4 недели
Электрические характеристики	Хорошие	Хорошие
Технологичность	Есть ручная установка и пайка	Автоматизированное производство
Надежность поставок компонентов	Есть один поставщик Сроки: больше 4-х недель	Больше 3-х поставщиков Сроки: от 3-х недель

2. Сегодня в России можно производить блоки питания на отечественной элементной базе для военной техники, по основным электрическим характеристикам не уступающие аналогичным блокам, собранным на импортной элементной базе.

3. Во всем мире покупатель выбирает поставщика по трем критериям: качество/надежность, цена и срок поставки. Как видно из итоговой табл. 3, по всем этим критериям блок питания, собранный на отечественной элементной базе проигрывает блоку питания, собранному на импортной элементной базе.

#### Литература

1. Лукин А. В. Использование коммерческих источников питания в военной технике. — Практическая силовая электроника, № 6, 2002, С. 2–7.
2. Лукин А. В. Современный рынок источников питания. Опыт компании “ММП-Ирбис” // Электропитание. — М.: Ассоциация “Электропитание”, 2006, Вып. 6. С. 27–33.
3. Жданкин В. DC/DC-преобразователи для военных систем: гибридная технология или технология поверхностного монтажа на печатную плату? // Современная электроника, № 4, 2008. С. 28–29
4. Данилин Н., Белослудцев С. Проблемы применения современной индустриальной электронной компонентной базы иностранного производства в ракетно-космической технике. // Современная электроника, № 7, 2007. С. 8–12.

**Кастров Михаил Юрьевич**, к. т. н., главный инженер ЗАО “ММП-Ирбис”, тел. +7(495) 987-10-16, e-mail: kastrov@mmp-irbis.ru.

**Герасимов Александр Алексеевич**, начальник отдела перспективных разработок ЗАО “ММП-Ирбис”, тел.: +7(495) 987-10-16, e-mail: agerasimov@mmp-irbis.ru