

# Источники бесперебойного электропитания для построения отказоустойчивых систем

**АЛЕКСАНДР ГОНЧАРОВ**, к.т.н., генеральный конструктор, группа компаний «Александр Электрик», академик МАИ, Прага, Чехия

**ОЛЕГ НЕГРЕБА**, инженер-разработчик, ООО «Александр Электрик Дон», Воронеж, Россия

*При построении отказоустойчивых систем электропитания важным условием является их бесперебойное электроснабжение. В данной статье рассматриваются принципы построения и возможности новой серии модульных источников бесперебойного питания группы компаний «Александр Электрик».*

Функционирование многих образцов современной техники невозможно без источника бесперебойного электропитания (ИБП), отвечающего высоким требованиям по надежности, устойчивости к механическим и климатическим воздействиям и имеющего полный спектр защит и широкий набор сервисных функций.

Весьма заманчивым решением проблемы бесперебойного электропитания может выглядеть самостоятельная реализация разработчиком функций ИБП в своей аппаратуре. Однако, как показывает практика, количество и сложность возникающих при этом явных и скрытых проблем превосходят имеющиеся в распоряжении ресурсы времени, в результате чего эффективность такой работы заметно снижается. Необходимо одновременно учитывать множество часто противоречивых специфических факторов, например реализовывать высокие показатели энергоемкости, надежности, электромагнитной совместимости и безопасности, обеспечивать удобство управления и обслуживания, соблюдать требования к режимам заряда и разряда аккумуляторных батарей в условиях ограниченных габаритов и широкого диапазона температур окружающей среды. В таких случаях, как правило, результативнее будет обратиться к готовым, хорошо зарекомендовавшим себя техническим решениям. Другими словами, если рынок может предложить более эффективный и менее затратный вариант, то имеет смысл использовать его.

В течение нескольких лет группа компаний «Александр Электрик» (ГКАЭ) производит серию модульных ИБП мощностью 150, 300 и 600 Вт [1]. Область применения таких ИБП с постоянным выходным напряжением (АС/DC) довольно широка. Это телефония, связь, пожарная и охранная сигнализация, а также техника специального назначения.

Выпускаемые ИБП сочетают в себе ряд конструктивных и схемотехнических решений, позволяющих использовать эти источники в различных системах бесперебойного электропитания:

- конструкция ИБП допускает их эксплуатацию в составе 19-дюймовой стойки популярного стандарта «Евромеханика», а также в напольном исполнении;
- источники содержат встроенные аккумуляторные батареи высокой емкости, достаточные для длительного автономного функционирования схем автоматики ИБП и подключенной к ним аппаратуры;
- небольшая высота конструктива ИБП обеспечивает дополнительные преимущества при эксплуатации источников в стойках. Конструкция источников предусматривает удобное крепление и соединение между собой отдельных блоков стойки и, что немаловажно, не препятствует кон-

векционным потокам воздуха, охлаждающего аппаратуру, входящую в состав стойки;

- нулевое время переключения на работу от аккумуляторных батарей обеспечивает надежное резервирование электропитания аппаратуры;

- широкий температурный диапазон эксплуатации и вибрационная устойчивость сделали возможным установку ИБП на подвижные и необслуживаемые объекты.

Благодаря комплексу перечисленных качеств в сочетании с невысокой стоимостью, ИБП этой фирмы нашли широкое применение в составе разнообразной промышленной и специальной аппаратуры.

Эксплуатация ИБП на подвижных и стационарных объектах позволила выявить и некоторые направления по усовершенствованию конструкции и алгоритма их функционирования. Ряд потребителей высказал дополнительные пожелания по более удобному дистанционному управлению работой ИБП, телеметрии параметров бесперебойного питания, комплексирования нескольких источников (последовательного или параллельного соединения, резервирования), стыковки с другой аппаратурой, возможностям перепрограммирования алгоритма работы и т.д.

В настоящее время ГКАЭ предлагает модернизированные ИБП [2, 3, 4], которые по характеристикам превосходят стандартные, популярные на рынке простейшие конструкции источников бесперебойного питания. Производимые ИБП в противовес распространенным напольным исполнениям резервных источников позволяют устанавливать их в подвижный состав.

В схеме управления разработанного ряда модернизированных изделий ИБП150-М, ИБП300-М и ИБП600-М (см. табл. 1) применен микроконтроллер ATmega168 фирмы Atmel Corporation, позволяющий по заказу конкретным потребителям соответствующим перепрограммированием решать весь спектр необходимых задач. Внедрение этого микроконтроллера в конструкцию существенно расширило

Таблица 1. Основные характеристики модернизированных ИБП

Наименование блока		ИБП150-М	ИБП300-М	ИБП600-М
Выходная мощность $P_{ном}$ , Вт		150	300	600
Габариты, мм	ширина	390		390
	высота	235		266
	глубина	345		345
Время автономной работы на нагрузку, ч	$P_{ном}$	1		
	$0,2 P_{ном}$	5		



Рис. 1. Источник бесперебойного питания ИБП600-М

количество реализуемых функций и преимуществ, а стоимость изделия выросла совсем незначительно.

На примере ИБП600-М (см. рис. 1) рассмотрим реализованные в изделиях характеристики. В стандартной (базовой) комплектации микроконтроллер позволяет выполнить следующие функции:

- возможность параллельной работы, модульного комплексования, удаленного контроля и управления ИБП;
- защита от перезаряда и переразряда батареи;
- защита от провала напряжения в сети;
- защита от превышения температуры аккумуляторной батареи;
- защита от перегрузки.

Помимо «интеллектуальной» защиты, выходные цепи защищены самовосстанавливающимися предохранителями и выключателями-автоматами, а во входной цепи ИБП-М находится фильтр и пассивный корректор коэффициента мощности.

Для большинства потребителей важно минимальное время переключения на резервное питание при пропадании сетевого напряжения. Кроме того, необходима как можно более длительная работа ИБП от встроенных аккумуляторных батарей. При разработке ИБП600-М была применена специальная схема работы AC/DC-преобразователя с батареей, находящейся в буферном режиме по алгоритму А2. Это обеспечило как простоту и надежность конструкции, так и практически нулевое (менее 0,5 мкс) время переключения на резервный источник питания и обратно в рабочий режим.

ИБП600-М спроектирован таким образом, что AC/DC-преобразователь, схема микроконтроллера и другая электронная «начинка» блока разместились в весьма малых для подобного рода устройств габаритах (менее 50 мм) за лицевой панелью. В результате этого практически весь внутренний объем удалось выделить для аккумуляторных батарей, что позволило при небольших габаритах достичь большого времени питания нагрузки от аккумуляторов — час непрерывной работы на нагрузку мощностью 600 Вт и пять часов — на 120-ваттную нагрузку.

Важной задачей в источниках бесперебойного электропитания является отведение тепла. Перегрев не только затрудняет эксплуатацию источника, но



Рис. 3. ИБП серии ИВР200Т-24125

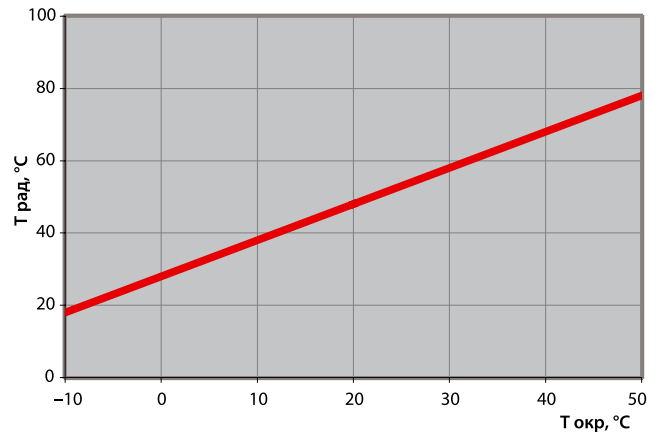


Рис. 2. Зависимость температуры радиатора ИБП от температуры окружающей среды

и сокращает срок службы аккумуляторных батарей.

При питании нагрузки мощностью 600 Вт постоянным напряжением от входной сети и одновременной подзарядке находящихся в буфере аккумуляторных батарей требуется AC/DC-преобразователь мощностью около 800 Вт. С учетом КПД преобразователя (около 80%) теплоотводящая конструкция устройства должна рассеивать около 200 Вт. Используя в качестве радиатора алюминиевую лицевую панель ИБП толщиной 10 мм, и даже весь корпус, отвести такую мощность в габаритах ИБП600-М не удастся. При максимально допустимой для применяемых батарей температуре окружающей среды 40...50°C площадь радиатора должна составлять не менее 4000...6000 см<sup>2</sup>.

Как же конструкторам удалось решить задачу? Специально для ИБП600-М был создан AC/DC-преобразователь с КПД не менее 88% при выходном напряжении 27 В — это почти вдвое снизило рассеиваемую на радиаторе мощность, однако все еще не позволило от него отказаться. Сравнение радиаторов, выпускаемых различными фирмами, показало, что высокими тепловыми характеристиками обладают радиаторы фирмы Semic Trade. Примененный в ИБП600-М радиатор имеет уникальное значение теплового сопротивления для свободной конвекции воздуха — около 0,25°C/Вт. Перегрев с использованием этого радиатора — не более 28°C, то есть при температуре окружающего воздуха 20°C температура радиатора не поднимется выше 48°C (см. рис. 2).

Многим разработчикам отказоустойчивой электронной техники требуется относительно маломощный (100...200 Вт) ИБП с несколькими выходными напряжениями, облегчающий построение распределенной системы бесперебойного электропитания. Накопленный в ГКАЭ опыт разработки и производства модульных ИБП позволил удовлетворить такую потребность рынка.

Новый резервный трехканальный ИБП серии ИВР200Т-24125 (см. рис. 3) способен непрерывно питать подключенную к нему нагрузку напряжением постоянного тока 24, 12 и 5 В. Этот источник питается от сети переменного тока 176...264 В; 50 Гц, а при пропадании сетевого напряжения — от встроенных аккумуляторных батарей суммарным напряжением 24 В/14,2 А·ч.

Сеть питания подключается к ИБП посредством коммутатора, расположенного на задней панели прибора. При наличии на входе ИБП переменного напряжения от него питается встроенный AC/DC-преобразователь. Одновременно с этим реле, контролирующее наличие дистанционного

питания системы, подает гальванически развязанный сигнал о наличии входного напряжения на контакты контрольной клеммной колодки.

Встроенный в ИБП преобразователь напряжения 230 В AC/24 В DC подзаряжает набор четырех аккумуляторных батарей 12 В/7,2 А·ч, подключенных к нему через выключатель и предохранители. Это напряжение подается также на контакты клеммной колодки «+24V/7A-GND» и, кроме того, на плату DC/DC-преобразователей, выдающих другие выходные напряжения: 12 В — на контакты клеммной колодки «+12V/2A-GND», и 5 В — на контакты колодки «+5V/5A-GND».

При пропадании напряжения в сети происходит переключение ИБП на питание от встроенных аккумуляторных батарей, которые защищены от глубокого разряда электронной схемой, выключающей выходные напряжения ИБП при снижении напряжения батареи ниже некоторого ограничения (обычно 21,5 В). Гальванически развязанный сигнал BATTERY COM-NO, подаваемый на контрольную клеммную колодку, сигнализирует о включении этой схемы защиты.

Для обеспечения надежного функционирования ИБП он оснащен системой принудительного обдува.

Основные технические характеристики ИБП серии IBP200T-24125 приведены в таблице 2.

Современные схемотехнические и конструктивные решения, а также применение микроконтроллеров позволило создать источники бесперебойного электропитания, требующие минимального вмешательства обслуживающего персонала, с высокими показателями энергетической эффективности и малой выделяемой тепловой мощностью, алгоритм работы которых позволяет решить проблему сбора информации (напряжения, токи, температура), инди-

Таблица 2. Основные технические характеристики ИБП серии IBP200T-24125

Входная сеть	Диапазон напряжения, В	176...264
	Частота, Гц	50...60
Выходные напряжения/токи	Канал 1	24 В/7 А
	Канал 2	12 В/2 А
	Канал 3	5 В/5 А
Аккумуляторные батареи	Суммарное напряжение, В	24
	Суммарная емкость, А·ч	14,2
Габариты, мм	Ширина	200
	Высота	150
	Глубина	465
Масса, кг	18,5	

кации параметров и слежения за функционированием системы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Булгаков А., Ермишкин К. Модульные источники бесперебойного электропитания группы компаний «Александр Электрик» серии МИБП//Компоненты и технологии, 2005, №8.

2. Гончаров А., Негреба О. Модернизация популярной модели модульных программируемых источников бесперебойного питания мощностью 600 Вт для жестких применений//Электрическое питание, 2007, №7.

3. Сайт группы компаний «Александр Электрик» — [www.aeps-group.ru](http://www.aeps-group.ru).

4. Каталог группы компаний «Александр Электрик» на компакт-диске, 2007.



## КОМПОНЕНТЫ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

- AC/DC ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ
- DC/DC ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ
- УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ И ФИЛЬТРАЦИИ
- ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ
- СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ
- БЛОКИ С КОНВЕКЦИОННЫМ И ВЕНТИЛЯТОРНЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ
- АКСЕССУАРЫ
- РАЗРАБОТКА И СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ
- ПРИЁМКА ОТК и ПЗ



МОСКВА:  
ТЕЛ/ФАКС: (495) 674-93-70  
674-93-60  
E-MAIL: AEI@AEDON.RU

ВОРОНЕЖ:  
ТЕЛ/ФАКС: (4732) 519-518  
(МНОГОКАНАЛЬНЫЙ)  
E-MAIL: ALEXDON@VMAIL.RU

ПРАГА:  
ТЕЛ: +420-266-107-303,  
+420-266-107-455  
ТЕЛ/ФАКС: +420-266-107-609  
- ГОВОРИМ ПО-РУССКИ  
E-MAIL: ALECSAN@AEPS-GROUP.COM

WWW.AEPS-GROUP.RU

www.aeps-group.ru