

# Источники бесперебойного питания фирмы «Александр Электрик»

## промышленного и специального назначения

**В современных системах связи и автоматики с использованием ПЭВМ, аппаратуры передачи данных, новых средств засекречивания информации и другой электронной аппаратуры из-за нестабильной работы системы электропитания (СЭП) возникает 75% случаев потерь информации, 65% выхода из строя периферийного оборудования, 65% неисправностей в компьютерных системах.**

**Александр Гончаров,**  
к. т. н.  
**Игорь Твердов,**  
к. т. н.

alecsan@online.ru

В настоящее время выявлен целый ряд помех из СЭП, приводящих к сбоям и отказам электронной аппаратуры. Это, прежде всего, провалы — переходные процессы изменения переменного напряжения, когда в одном или нескольких полупериодах амплитуда напряжения становится меньше нижнего предельно допустимого значения. Исследования, проведенные журналом *Bell Labs*, показали, что на провалы приходится 87% всех перебоев электропитания. Провалы в СЭП возникают по нескольким причинам. Провалы напряжения практически до нуля могут длиться до 0,5 с при сгорании плавких предохранителей или отключении сетевых автоматов. При включении мощных асинхронных электродвигателей, пусковой ток которых существенно превышает ток установившегося режима, возникают провалы длительностью 150–500 мс, причем глубина провала определяется внутренним сопротивлением источников СЭП и может достигать 50%. При грозах напряжение линии может снижаться до 30% номинального значения в течение 0,15–0,2 с. Провалы напряжения оказывают значительное влияние на функционирование электронной аппаратуры средств автоматизации. Аппаратура связи, вычислительных комплексов обычно переходит в режим самоконтроля, что приводит к перерыву связи, стиранию информации, срабатыванию защит и звуковой сигнализации. Для восстановления рабочего режима требуется вмешательство оператора для повторного включения, для перезапуска вычислительного комплекса, введения паролей и юстировки топографических карт и т. д.

Примерно 7,4% перебоев электропитания составляют импульсные возмущения напряжения. Кратковременные импульсные помехи в СЭП появляются при включении или выключении (сбросах и набросах) активных и реактивных нагрузок, от наводок электромагнитных полей, из-за влияния грозовых разрядов и т. д. Зафиксированные потоки импульсов представляют собой одиночные или пачки импульсов. Наличие нескольких импульсов наиболее часто является следствием дребезга контакторов реле. Все параметры импульсов: амплитуда, длительность, интервалы являются случайными величинами. Количество импульсов обоих полярностей пример-

но одинаково. Амплитуда импульсов достигает значений 1–1,5 кВ, а длительность — от десятков наносекунд до единиц микросекунд. Требуемые нормативно-техническими документами нормы качества электрической энергии переменного тока допускают наличие в сети импульсов напряжения с амплитудой 1000 В и длительностью до 10 мкс (ГОСТ В 20.39.308, ОСТ В 4.310 001). Недостаточное внимание разработчиков к импульсным помехам в СЭП приводит к резкому снижению надежности электронной аппаратуры и является причиной сбоев в ее работе. При попадании на вход импульсной помехи с амплитудой 1 кВ источник вторичного электропитания (ИВЭП) используется как очень дорогой предохранитель, на который падает 65% отказов электронной аппаратуры.

Пропадание напряжения сети составляет 4,7% от всех перебоев напряжения. По этой причине потери компьютерных данных составляют 45,3%. Из-за отключения сети, если не принять специальных мер по защите информации от разрушения, становится невозможной работа аппаратуры дальней телефонной связи, АТС, радиорелейной, космической, тропосферной связи и другой электронной аппаратуры.

Среди всех перебоев напряжения выбросы составляют 0,7%. Эти изменения напряжения обычно не вызывают вывода из строя полупроводниковых элементов ИВЭП и электронной аппаратуры, однако увеличивается динамическая нестабильность и пульсация на выходе выпрямительных устройств, что вызывает ухудшение показателей аппаратуры.

В настоящее время, чтобы защитить электронную аппаратуру от помех из СЭП, применяют целый ряд технических решений: сетевые фильтры, кондиционеры питания, источники бесперебойного питания. В мировой практике считается недопустимым использование сети для непосредственного питания вычислительной техники, средств связи и автоматики. Такой режим допускается только как аварийный. Сетевые фильтры предназначены для защиты электронной аппаратуры от импульсных помех. Кондиционеры питания защищают аппаратуру от импульсных помех, провалов и выбросов напряжения любой длительности и амплитуды до  $\pm 25\%$ . Защиту электронной аппаратуры от всех

проблем электропитания, включая полное пропадание напряжения, обеспечивают источники бесперебойного питания (ИБП). В большинстве аппаратных дальней связи, АТС, в радиорелейной, космической и тропосферной связи применяются ИБП с выходом на постоянном токе. До недавнего времени в этих аппаратах в основном использовались ИБП, которые созданы самими производителями систем связи. ИБП разрабатывались под конкретную аппаратуру связи, проектировались на их базовых конструкциях и затем выпускались радио заводами. Уровень разработок ИБП на различных предприятиях отличался по надежности в 2–3 раза, а массе и габаритам — свыше 5 раз, и значительно отставал от уровня разработок ИБП на специализированных предприятиях за рубежом.

В настоящее время отечественной специализированной компанией «Александр Электрик» по источникам питания для средств связи, а также для систем пожарной и охранной сигнализации, видеонаблюдения и прочее разработан унифицированный ряд ИБП постоянного тока в широком диапазоне мощностей (150, 300 и 600 Вт), выходных напряжений (12, 24, 48 и 60 В) и времени работы от аккумуляторной батареи (1 и 5 часов). Питание ИБП осуществляется от однофазной сети переменного тока напряжением с частотами 50 Гц и 400 Гц,

с частотой 400 Гц. Качество входной электроэнергии — в соответствии с требованиями ГОСТ В 24425-90 для группы Г. ИБП имеет защиту от короткого замыкания и перегрузки по выходному току с автоматическим возвратом в рабочий режим при снятии короткого замыкания или перегрузки и удовлетворяет требованиям ГОСТ 26830-86. ИБП рассчитан на непрерывный круглосуточный режим работы. Основные электрические и эксплуатационные характеристики ИБП приведены в таблице 1.

При пропадании сети АКБ обеспечивает номинальную мощность на выходе ИБП в течение часа при температуре от 0 до 40 °С. При отрицательных температурах (до –40 °С) время работы АКБ уменьшается в соответствии с температурным коэффициентом на батарею  $Z = 0,01(°C)^{-1}$ .

В состав ИБП входят: корректор коэффициента мощности, фильтр радиопомех и ограничитель импульсных перенапряжений сети, модульный преобразователь ас/дс, аккумуляторная батарея, плата управления и индикации, плата коммутации (рис. 1).

Основные узлы ИБП — импульсный модуль питания ас/дс с бестрансформаторным входом и герметичная аккумуляторная батарея.

Модуль питания преобразует переменное напряжение в постоянное, обеспечивает его фильтрацию, стабилизацию и защиту от превышения выходного напряжения. При перегрузке модуль переходит в режим ограничения тока.

Аккумуляторная батарея постоянно находится в буферном режиме при наличии напряжения сети и питает нагрузку при пропадании сети.

Серийный модуль питания АЭИЭП, имеющий высокую точность стабилизации — 2%

Таблица 1

Тип	Мощность, Вт *	Типономинал выходного напр., В	Диапазон напряжения на выходе при отсутствии сети, В	Выходное напряжение при наличии сети, В	Максимальный ток при разряде 1 ч, А	Максимальный ток при разряде 5 ч, А	Габаритные размеры, мм (В×Ш×Д)	Масса, кг
ИБП150-12	150	12	10,0–13,6	13,6	10,8	2,16	235×390×345	30
ИБП150-24		24	20,5–27,2	27,2	5,4	1,08		
ИБП150-48		48	41,5–54,4	54,4	2,7	0,54		
ИБП150-60		60	52–68	68	2,1	0,42		
ИБП300-12	300	12	10,0–13,6	13,6	22	4,4	235×390×345	36
ИБП300-24		24	20,5–27,2	27,2	10,8	2,16		
ИБП300-48		48	41,5–54,4	54,4	5,4	1,08		
ИБП300-60		60	52–68	68	4,3	0,86		
ИБП600-12	600	12	10,0–13,6	13,6	30	6	270×435×345	48
ИБП600-24		24	20,5–27,2	27,2	21	4,2		
ИБП600-48		48	41,5–54,4	54,4	10,8	2,16		
ИБП600-60		60	52–68	68	8,6	1,72		

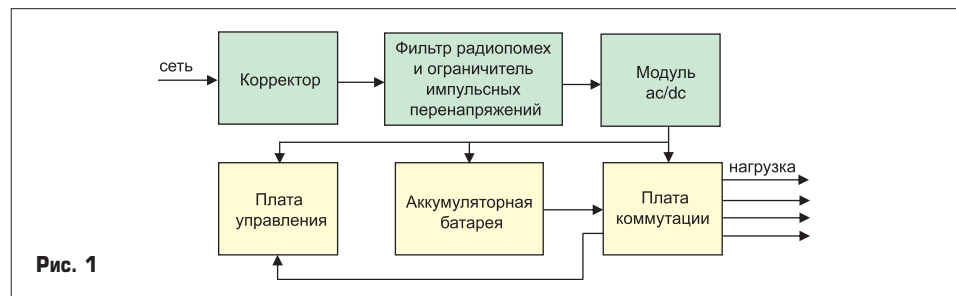


Рис. 1

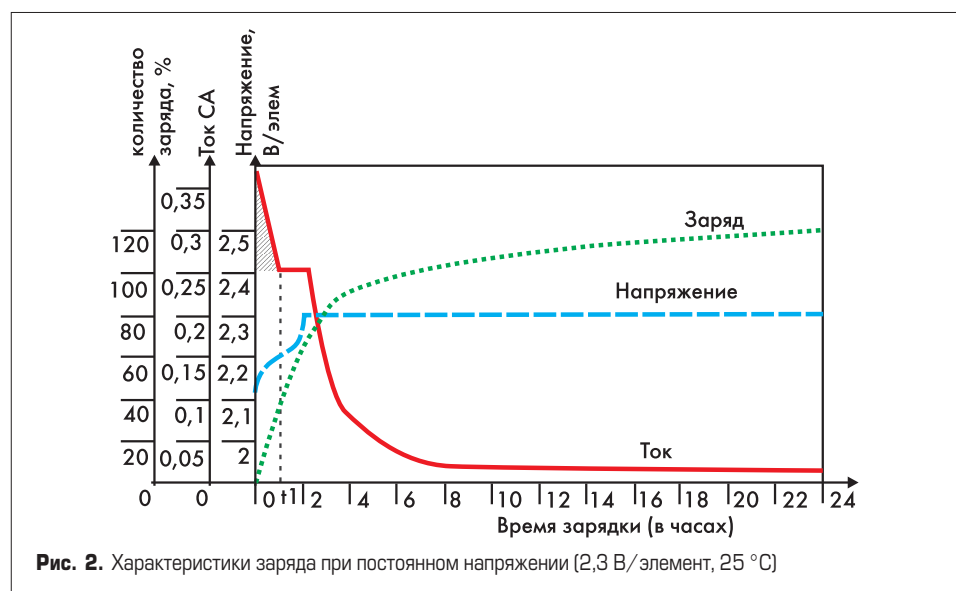


Рис. 2. Характеристики заряда при постоянном напряжении (2,3 В/элемент, 25 °С)

и низкий уровень пульсаций — 1%, а также устройства, ограничивающие ток заряда и препятствующие глубокому разряду, позволяют исключить негативные факторы, уменьшающие срок службы АКБ. Зарядные характеристики АКБ при постоянном напряжении (2,27 В на элемент при температуре 20–25 °С) и при ограничении тока на уровне 0,25 СА показаны на рис. 2. Там же (закрашенный сектор) показано изменение тока заряда при отсутствии устройства ограничителя тока заряда. В момент  $t_1$  устройство ограничителя тока отключается.

Высокий начальный зарядный ток вызывает появление избыточного тепла, что приводит к деформации корпуса АКБ. Если предполагается использование ИБП при температурах выше +30 или ниже +10 °С, то сигнал с датчика температуры на боковой поверхности АКБ изменяет выходное напряжение модуля питания в соответствии с коэффициентом температурной компенсации  $\pm 3$  мВ/элемент 1 °С.

Корректор коэффициента мощности обеспечивает близкую к синусоидальной форму тока потребляемого модулем питания. Без корректора модуль потребляет от сети импульсный ток длительностью всего 0,25–0,3 полупериода при соответствующем увеличении его амплитуды (рис. 3).

Корректор уменьшает амплитуду тока более чем в 2 раза при соответствующем уменьшении паузы между импульсами тока [1].

Узел фильтра радиопомех и ограничителя импульсных перенапряжений в сети подавляет импульсные выбросы в сети до 1000 В и длительностью до 10 мкс, а также является фильтром радиопомех в диапазоне частот 0,1–30 МГц [2]. Результаты измерений вносимого затухания К дБ в диапазоне частот 0,1–30 МГц приведены на рис. 4 для фильтров MPR2 на ток 3 А (кривая 1) и MPR2 на ток 7,5 А (кривая 2). Как видно на рис. 4, коэффициент подавления помех, начиная с частоты 150 кГц, превышает 30 дБ, а в диапазоне частот 0,3–30 МГц составляет 45–70 дБ.

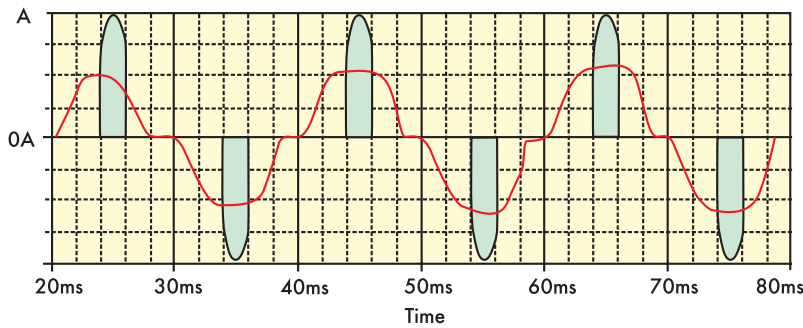


Рис. 3. Форма тока потребляемого модулем питания из сети с корректором и без корректора

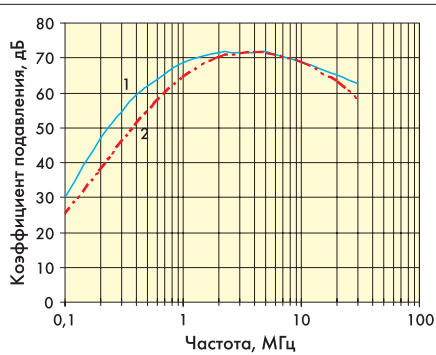


Рис. 4. Частотные характеристики коэффициента подавления для:  
1 – MPR2 на ток 3 А; 2 – MPR2 на ток 7,5 А

В этом узле одновременно с фильтром радиопомех размещены варисторы для защиты аппаратуры от выбросов напряжения в питающих цепях. Для каждого из номиналов входного напряжения 115 или 220 В был выбран варистор класса С, обеспечивающий наименьшее пропускаемое напряжение на выходных контактах узла при воздействии импульса.

Основными параметрами выбранных варисторов являются: импульсный ток, выдерживаемый ограничителем и напряжение на клеммах ограничителя. Максимальный импульсный ток ( $I_m$ ), который пропускают варисторы, установленные в фильтрах на 3 и 7,5 А, составляют 8 и 25 кА (для импульса длительностью 26 мкс и фронтом 6,4 мкс по МЭК 1051-1). Напряжение на контактах варистора при прохождении тока  $0,01I_m$  составляет 270 и 470 В для входного напряжения 115 и 220 В соответственно.

Плата управления к индикации обеспечивает световую индикацию наличия сети выходного напряжения и тока, световую и звуковую индикацию аварийных режимов, связь с компьютером по интерфейсу RS-232 (протокол USART), дистанционную сигнализацию о перезаряде и разряде АКБ, об отсутствии сети, о превышении температуры АКБ.

Плата коммутации ограничивает ток заряда АКБ, подключает АКБ в буферный режим, отключает АКБ при глубоком разряде, обеспечивает защиту ИБП от перегрузки и короткого замыкания с последующим автома-

Таблица 2

Наименование параметра	Параметры ВВФ
Рабочая пониженная температура среды, °С	-10
Рабочая повышенная температура среды, °С	+40
Предельная повышенная температура среды, °С	+60
Предельная пониженная температура среды, °С	-40
Синусоидальная вибрация (прочность)	80%, +35 °С
Повышенная влажность, при температуре	20...25 Гц 19,6 м/с <sup>2</sup> (2 g)
Температура хранения, °С	-40...+85
Атмосферное давление, мм рт. ст.	630...800

тическим восстановлением работоспособности в течение 1 минуты после снятия К.З.

Плюсовой потенциал выхода ИБП разделен на четыре канала, каждый из которых имеет индивидуальную защиту многообразным предохранителем. Минусовой потенциал является общим для всех каналов. Как плюс, так и минус не соединены с корпусом ИБП.

ИБП сохраняет стойкость и работоспособность при воздействии внешних факторов (ВВФ) в соответствии с таблицей 2.

#### Литература

- И. Твердов, А. Гончаров, И. Лукьянов. Выбор корректоров коэффициента мощности для источников вторичного электропитания с бестрансформаторным входом // Электрическое питание. 2004. №2.
- И. Твердов, А. Гончаров, И. Плоткин. Новые модули фильтрации радиопомех и защиты от перенапряжений группы компаний «Александр Электрик» // CHIP NEWS. 2004. №3.
- Руководство по эксплуатации. Источник бесперебойного питания серии ИБП БКЮС.434732.501РЭ.