

Устройства бесперебойного питания

Современная электронная аппаратура крайне чувствительна к некачественной электроэнергии сети 220 В, 50 Гц, а нарушение ее функционирования и выход из строя связаны с повышенным риском. Низкое качество электроэнергии проявляется как в пропадании напряжения сети на время от десятков миллисекунд до десятков минут и более, так и в его кратковременных провалах и выбросах с интервалом от десятков наносекунд до сотен микросекунд. Методы борьбы с нестабильностью сети электроснабжения разнообразны [1]. Однако как универсальное средство признаны устройства бесперебойного питания (УБП), которые обеспечивают требуемое качество электроэнергии при низком ее качестве в сети. Правда, эти устройства дорого стоят – от десятков центов до нескольких долларов за один ватт выходной мощности УБП, т. е. цена электроэнергии улучшенного качества возрастает на порядок и более. Тем не менее спрос на УБП постоянно растет.

УБП различных классов имеют существенные особенности. Чтобы сделать правильный выбор, важно ознакомиться с классификацией устройств и их возможностями, а также сравнить стоимость устройств в зависимости от их класса.

По принципу действия УБП делятся на два класса: с гальванической связью нагрузки и первичной сети (off-line) и без нее (on-line). В УБП первого класса подключают аккумуляторную батарею (АБ) для передачи электроэнергии к потребителю лишь во время выхода параметров напряжения сети за допустимые границы (рис.1а). В УБП второго класса АБ постоянно подключена к выходу устройства через инвертор (рис.1б). В обоих вариантах к АБ подсоединены зарядные устройства (ЗУ), передающие электроэнергию из сети к АБ. Представленные на рынке УБП первого и второго классов на основе сетевого трансформатора разнообразны по схемотехнике и конструкции. При мощности менее 1 кВт, несмотря на значительные размеры и массу

сетевого трансформатора, все они экономически выгодны. В новых разработках при мощности более 0,5 кВт, как правило, применяется бестрансформаторный вход. При этом сетевое напряжение предварительно выпрямляется, а затем инвертируется с использованием высокочастотной модуляции. Следовательно, такие УБП имеют два узла преобразования электроэнергии. Основные отличия двух классов приведены в табл.1.

Данные табл. 1 говорят о полном превосходстве УБП второго класса, если только не учитывать, что они в несколько раз дороже. Именно благодаря более низким ценам объем продаж УБП первого класса в 100 раз превышает продажи второго [2]. Кроме того, КПД устройств второго класса составляет 85–90%, а первого – 97–99%. Да и при непрерывной работе в течение 160 часов с нагрузкой около 1 кВт УБП первого класса потребляют энергии на 10 – 20 кВт·ч меньше второго.

В последние годы появилось несколько новых модификаций УБП:

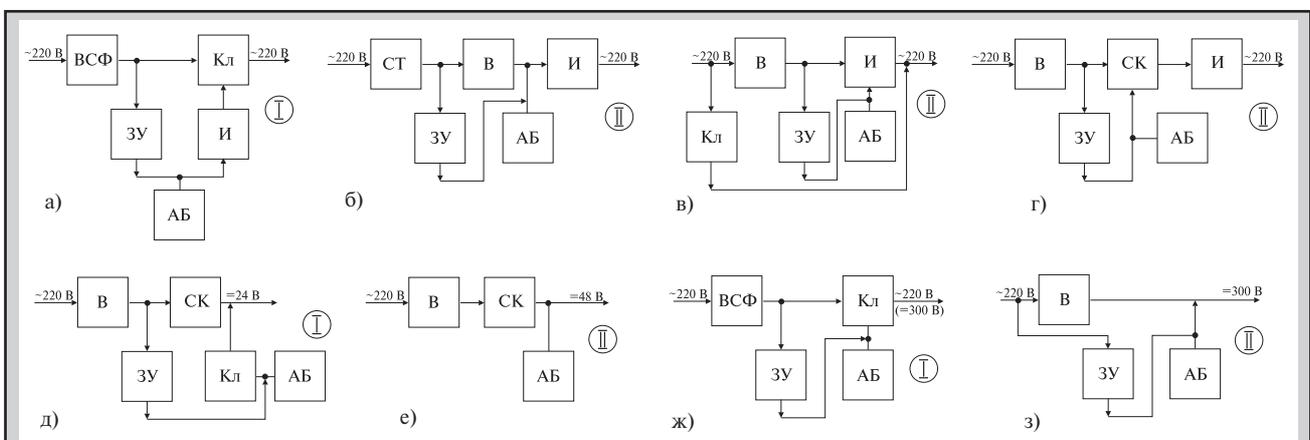


Рис. 1. Структурные схемы УБП: I – класс off-line, II – класс on-line; ВСФ – высокочастотный сетевой фильтр, Кл – ключ, ЗУ – зарядное устройство, И – инвертор, СТ – сетевой трансформатор, СК – стабилизирующий конвертор, АБ – аккумуляторная батарея, В – выпрямитель

Особенности двух классов УБП

Таблица 1

УБП класса off-line	УБП класса on-line
Отсутствие стабилизации и низкое качество выходного напряжения	Высокое качество выходного напряжения за счет стабилизации
Переход питания от сети к АБ и обратно с перерывом выходного напряжения на 2–10 мс	Перерыв в выходном напряжении отсутствует
Кратковременный перерыв в подаче электроэнергии сети (десятки-сотни миллисекунд) приводит к разряду АБ в течение нескольких секунд	АБ разряжается за время, равное перерыву в подаче электроэнергии сети
Гальваническая связь сети с выходом УБП (необходимо учитывать при выполнении требований техники безопасности)	Отсутствует гальваническая связь, что упрощает выполнение требований техники безопасности
Импульсные помехи снижают лишь с помощью высокочастотных сетевых фильтров и устройств подавления помех	Применение высокочастотных сетевых фильтров и устройств подавления помех не всегда обязательно
Возможен несанкционированный доступ к информации локальной сети по цепям питания оборудования	Доступ к информации существенно затруднен

входных напряжений и выполнение функций КВИ.

Необходимость КВИ или устройства, выполняющего функцию КВИ наряду с основными, становится понятной, если учесть постоянно ужесточающиеся нормы искажений сети потребителями электроэнергии. В то же время отечественный ГОСТ 13109-87 допускает на входах потребителей электроэнергии повышенные помех. Такой подход вряд ли правомерен, так как оставляет лазейки для появления на рынке низкока-

line-interactive; by-pass, triple-conversion, ferrups.

Первая модификация (например, серия NetUPS фирмы Exide Electronics) представляет собой усовершенствованное устройство первого класса с сетевым стабилизатором напряжения (СШН). Эта модификация имеет много вариантов в зависимости от принципа построения СШН. **Вторая модификация** (например, серия AP 4300 фирмы Liebert), которую вряд ли можно отнести к значительным новшествам, обеспечивает возмож-

ность использования УБП второго класса в режиме первого: дополнительный канал передает сетевую электроэнергию непосредственно к потребителю “в обход” основных узлов устройства (рис.1в). Кроме того, она позволяет проводить ремонт УБП. **Третья модификация** (например, серия 200 фирмы Constant Power) представляет собой УБП второго класса с введенным в его структуру третьим преобразователем электроэнергии в виде стабилизирующего конвертора, после которого следует инвертор с ШИМ (рис.1г). УБП содержит также корректор входного импеданса (КВИ), называемый иногда корректором коэффициента мощности. **Четвертая модификация** (например, модели FE фирмы BEST) – УБП второго класса на базе феррорезонансного трансформатора. Она существенно отличается от других вариантов вто-

Децентрализация УБП для мощных систем потребления

Таблица 2

Преимущества	Недостатки
Предельная децентрализация (число УБП равно числу потребителей)	
Повышенная надежность, если выход из строя одного УБП с отключением одного потребителя не приводит к отказу системы потребления Простота проектир. системы, установки и наращивания УБП Не требуется специального помещения для УБП	Пониженная надежность, если выход из строя одного УБП с отключением одного потребителя приводит к отказу системы потребления Увеличенная стоимость всех УБП для системы Сложность автоматического централиз. контроля за состоянием УБП
Средняя децентрализация (число УБП равно числу групп потребителей)	
Повышенная надежность, если выход из строя одного УБП с отключением группы потребителей не приводит к отказу системы потребления Простота проектирования системы Не требуется специального помещения для УБП	Пониженная надежность, если выход из строя одного УБП с отключением группы потребителей приводит к отказу системы потребления Сложность автоматического централизованного контроля за состоянием УБП
Централизованное питание (общее УБП)	
Уменьшенная стоимость УБП Простота автоматического централизованного контроля за состоянием УБП	Показатели надежности питания определяются, в основном, показателями надежности общего на систему потребления УБП Повышенная сложность проектирования системы, предусматривающей специальную разводку сети с выхода УБП Необходимость специального помещения

рого класса, так как феррорезонансный принцип построения УБП обеспечивает высокие показатели надежности, широкий диапазон

чественной аппаратуры. При аварийных нарушениях электроснабжения допускается кратковременный выход значений параметров



Рис.2. Изменение напряжения сети в течение суток

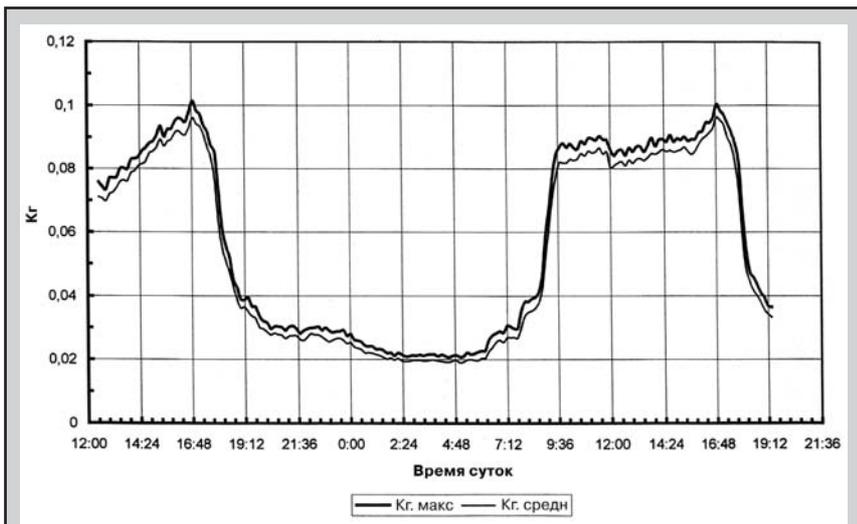


Рис.3. Изменение коэффициента гармоник в течение суток

качества электроэнергии за установленные пределы, в том числе снижение напряжения вплоть до нулевого уровня. Что представляет собой в результате отечественная (московская) сеть внутри компьютеризированного предприятия, показано на рис.2-4. Таким образом, “вольности” стандарта заставляют проектировать более сложные устройства. Следовательно, производителям УБП выгодно бороться за “жесткие” стандарты по качеству сети.

Итак, совмещение КВИ с ССН, их установка перед или в УБП либо использование четвертой модификации устройства бесперебойного питания — главные направления создания высоконадежного электропитания для мощных потребителей (от единиц до десятков киловатт).

Важное значение имеет минимизация стоимости энергетического оборудования при некоторых заданных показателях надежности. Одна из серьезных проблем — оптимальная степень децентрализации мощных УБП. Примером средней степени децентрализации аппаратуры вторичного электропитания может служить подход [3], который при общей потребляемой мощности в десятки киловатт рекомендует применять УБП мощностью 1–2 кВт. В табл. 2 приводятся преимущества и недостатки различной степени децентрализации.

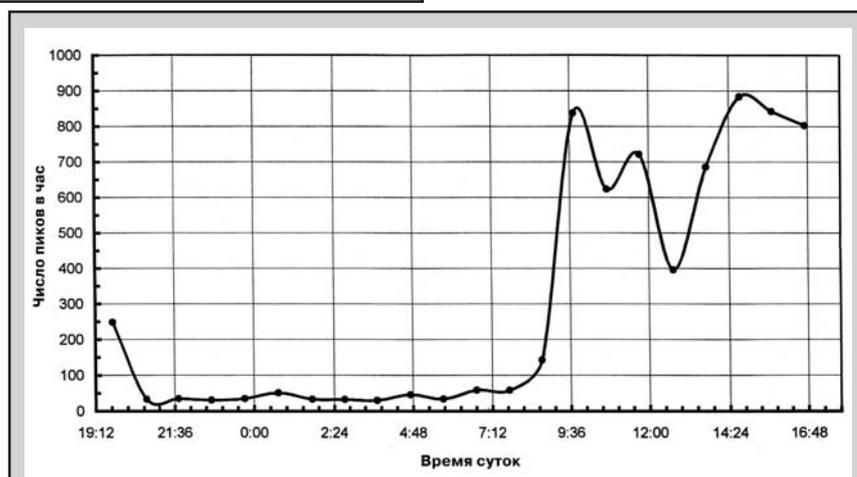


Рис.4. Изменение числа пиков напряжения (от 30 В и выше) за один час в течение суток

Анализируя табл. 2, можно заметить, что по способу предельной децентрализации УБП строятся на базе устройств класса off-line, по способу средней децентрализации — на базе обоих классов, по централизованному способу — на базе устройств класса on-line. Окончательный выбор УБП зависит от множества дополнительных факторов [4].

Как уже отмечалось, качество электроэнергии сети, поступающей на УБП, в значительной степени влияет на ряд показателей УБП, а также на электро- и пожаробезопасность мощных систем потребителей. Если при централизованном способе предусматривается специальная разводка сети, то для двух других способов необходимо, по возможности, учитывать некоторые

рекомендации. Например, при питании ПК целесообразно применение УБП второго класса с трехфазным входом [5]. При этом разгружается нейтраль и по фазам ток распределяется более равномерно. Другая важная практическая рекомендация — использование отдельно от нейтрального провода шин защитного заземления, соединенных с корпусами УБП, без их объединения на стороне потребителя.

Рассмотрим три варианта построения УБП в зависимости от формы выходного напряжения: синусоидальной, типа меандр (прямоугольный, трапециидальный, с паузой “на нуле” и т. д.), постоянного уровня. Обоснованные требования

для ряда потребителей электроэнергии синусоидального напряжения с низким коэффициентом гармоник (радиолокационное оборудование, аудиоаппаратура и т.д.) определяют конкретную область применения УБП. Для распространенного потребителя — ПК — требование синусоидального напряжения нельзя считать обоснованным. На практике проверено, что меандр и постоянное напряжение — перспективные варианты.

УБП с выходом на постоянном токе могут быть построены так же, как и с выходом на переменном токе, по принципу off-line и on-line (рис.1д,е). Однако выход на постоянном токе позволяет значительно упростить УБП и, что не менее важно, сделать его экологически чис-

Сравнительные данные УБП мощностью 2 кВА

Таблица 3

Технические характеристики	Фирмы, серия и класс УБП				
	Exide Electronics NetUPS SE Line-interact	Tripp Lite Smart Line-interact	Victron NetPro On-line	SOLA Sola 600 On-line	ВТ и ПЭ УБП-2000 Off-line
Входное напряжение, В	230	230	230	220	220
Диапазон входного напряжения, В	150–276	168–278	187–264	187–242	180–250
Время переключения, мс	5–15	3–6	—	—	6–8
Выходное напряжение, В	230±10%	230±10%	230±3%	220±2%	220 +10,-15%
Форма вых. напр. от АБ	меандр	меандр	синус.	синус.	пост.
Диапазон выходного напряжения при АБ, В	208-240	225-235	220-240	225-235	250-330
Выходная активная мощность, кВт	1,4	1,6	1,5	1,4	1,5
Время работы от АБ, мин	7	11	7	10	10
Время заряда АБ, ч	5	4	6	3	7
ВЧ-преобразование	есть	есть	есть	есть	нет
Размеры, см	22x18x43	42x23x31	40x29x63	19x46x47	25x40x50
Масса, кг	32	42	30	45	48
Цена, тыс. долл.	1,2	1,4	2,6	2,5	0,9

тым с точки зрения электромагнитной совместимости с чувствительной аппаратурой. Структурные схемы таких УБП обоих классов приведены на рис.1ж,з [6].

ОАО “Вычислительная техника и промышленная электроника” (ОАО ВТ и ПЭ), входящее в НТФ “Энергетическая электроника” (НТФ ЭНЭЛ), разработало и изготовило образцы устройств бесперебойного питания с полной выходной мощностью 2 кВА типа УБП-2000 с выходом на постоянном токе [7]. Эти устройства предназначены для использования с ПК. Первые образцы сейчас осваиваются у заказчика. Основные характеристики УБП-2000 в сравнении с параметрами зарубежных устройств на 2 кВА приведены в табл. 3.

Анализ табл. 3 позволяет утверждать, что характеристики отечественного УБП-2000 находятся на одном уровне с характеристиками рассмотренных зарубежных аналогов, в то время как цена его значительно ниже.

Научно-производственный концерн “Александр и Пауэл”, также входящий в НТФ ЭНЭЛ, выпускает УБП с выходом на постоянном токе типов ИП-35 (рис. 1з) и ИБП-48

(рис.1е) для аппаратуры сбора информации, систем охранной сигнализации, противопожарных устройств, систем видеонаблюдения, мини-АТС, радиостанций, радиорелейных линий связи, систем управления непрерывными технологическими процессами и военной техники. ИП-35 и ИБП-48 содержат встроенные герметичные необслуживаемые АБ емкостью от 12 до 80 А·ч. Выходные напряжения и токи — 24 В (27–22 В), 4А в ИП-35 и 48 В (55–43 В), 4 А в ИБП-48. Эти УБП позволяют организовать бесперебойное электропитание при пропадании сети 220 В, 50 Гц в течение нескольких часов. Устройства выполнены в настенном и стойном вариантах, смонтированы в металлических корпусах, снабжены звуковой сигнализацией, имеют индикацию режимов.

УБП, выполненные по различным структурным схемам, выпускают и другие предприятия РФ. Как правило, их цены на 20–50% ниже зарубежных. Таким образом, мнение о том, что на российском рынке присутствуют только иностранные модели УБП, не соответствует действительности. Тот факт, что оно получило широкое распростране-

ние, можно объяснить отсутствием рекламы и неопытностью отечественных предприятий в области маркетинга.

НТФ ЭНЭЛ предлагает помощь потребителям УБП в определении оптимальной для них модели устройств, а отечественным разработчикам и производителям УБП — в организации рекламы и маркетинга.

Адрес для переписки:
119517 Москва, а/я 5.
Тел. (095)330-0638,
факс (095)330-5630,
e-mail ENEL@GLASNET.RU

Литература

1. Колосов В. НТФ “Энергетическая электроника” разрабатывает устройства защиты электронной аппаратуры от нестабильности сети электроснабжения. — Электроника: НТБ, 1997, №6, с.47.
2. Рубцов В. Защита компьютера от сетевых помех. — Электроника и компоненты, 1997, вып.3—4.
3. Колосов В. Особенности проектирования систем и устройств электропитания для вычислительных комплексов. — Радиопромышленность, 1996, вып.1.
4. Колосов В. Комплексные решения по защите производственной и бытовой электронной аппаратуры от некачественной электроэнергии сети. / Тез. докл. конф. УСЭЭ-98. — М.: НТФ ЭНЭЛ, 1998.
5. Капустин В., Лопухин А. Компьютеры и трехфазная электрическая сеть. — СТА, 1997, вып.2.
6. Колосов В, Гаврилин Н, Османов И., Замятин А., Бульчев Ю. Способ гарантийного питания радиоэлектронной аппаратуры. Заявка на патент №97118452/09(019676).
7. Конев Ю., Колосов В., Поликарпов А., Гончаров А., Титкин В. Перспективы устройств бесперебойного питания с выходом на постоянном токе. /Тез. докл. конф. ЭКАО-97. — М.: МЭИ, 1997.

Представляем автора статьи

КОЛОСОВ Валерий Алексеевич. Доктор технических наук, вице-президент и исполнительный директор научно-технического фонда “Энергетическая электроника” Специалист в области силовой электроники. Автор 150 научных работ и изобретений.