



Андрей Головастов

Источники бесперебойного питания серии VH — универсальность не в ущерб надёжности

В статье рассматриваются источники бесперебойного питания (ИБП) компании GE серии VH. Дается анализ и описываются преимущества схемы с двойным преобразованием напряжения. Приведены краткий обзор существующих типов ИБП в соответствии с международной классификацией и рекомендации по выбору систем бесперебойного питания.

ВВЕДЕНИЕ

В повседневной жизни современному человеку постоянно приходится общаться с различными системами автоматики, телекоммуникационным оборудованием, системами безопасности, компьютерами. Технологическая революция повлекла увеличение объёма информационных потоков и, соответственно, рост количества оборудования для их обработки. По прогнозам, в ближайшее время вычислительная мощность компьютерных систем возрастет более чем в десять раз и, следовательно, во столько же раз увеличится зависимость от них всех остальных составляющих. Поэтому обеспечение качественным электропитанием становится одной из важнейших задач любого проекта, в особенности для производств с непрерывным технологическим циклом и телекоммуникационных систем. В промышленности, где значительная часть процессов максимально автоматизирована, происходит стремительное усложнение и удорожание всех производственных процессов. Различные неполадки в сети электропитания могут вызвать временную остановку оборудования и даже выход его из строя. Проблема еще более актуальна для регионов, где часто проис-

ходит отключение энергопитания или его уровень не позволяет работать даже современной бытовой технике, не говоря уже о промышленной установке. Эту проблему можно предотвратить, только обеспечив надёжное и качественное, соответствующее стандартам электропитание.

КТО ВЫ, МИСТЕР VH?

Вместо вступления постараемся ответить на вопрос: почему компания General Electric — GE Digital Energy (GE) поставила перед собой цель разработки новой серии ИБП на смену хорошо зарекомендовавшим себя ИБП серии NetPro?

Ответом на поставленный вопрос была реализация в ИБП серии VH всех современных технических решений, отвечающих требованиям, предъявляемым к устройствам данного класса, а также всех преимуществ предшествующих моделей ИБП.

Так, прежде всего учитывались следующие факторы:

- ИБП мощностью менее 20 кВ·А составляют 68% мирового рынка данных устройств;
- 35% ИБП, производимых компанией GE, — это «розеточные» однофазные источники;

- назревшая необходимость преодоления ограничивающих применение особенностей ИБП предшествующих серий:

- большой габаритный размер,
- устаревший дизайн,
- узкий диапазон входного напряжения,
- низкое значение выходного фактора мощности P_f ,
- ограниченное количество выходов,
- единственный коммуникационный порт RS-232,
- сложный процесс замены батарей.

При этом важно было сохранить в новом ИБП такие положительные характеристики, как прочность конструкции, частотное преобразование, интеллектуальное управление зарядом батарей, длительный гарантийный срок.

Далее предлагается познакомиться с новейшими ис-



Рис. 1. Конструкция ИБП универсальна и имеет современный дизайн

Таблица 1

Основные технические характеристики ИБП серии VH

Номинальная выходная мощность, В·А	700	1000	1500	2000	3000
Выходная мощность, Вт	490	700	1050	1400	2100
Диапазон входного напряжения при 70% нагрузке, В	130-280				
Диапазон входной частоты, Гц	45-66				
Выходное напряжение, В	220/230/240±2% (выбирается с лицевой панели)				
Выходная частота, Гц	50 или 60 (выбирается с лицевой панели)				
Коэффициент выходной мощности	1 (при 70% нагрузке)				
Крест-фактор	6 : 1				
Время автономной работы при 75% нагрузке, мин	16	11	8	11	8
Количество выходных розеток (IEC 320)	2	4	4	6	6+1(16А)
Корпус (ВхШхГ), мм	440 (19")х87 (2U)х427			440 (19")х87 (2U)х47	
Вес, включая батареи, кг	18,3	18,3	19,3	31,3	33,3



Рис. 2. Монтаж кронштейнов для установки в 19" стойку

точниками бесперебойного питания компании GE серии VH. Мы подробно рассмотрим их характеристики, возможности и сферу применения. Внешний вид ИБП серии VH приведён на рис. 1.

Удобство использования и универсальность применений в основе конструкции

ИБП серии VH относятся к устройствам двойного преобразования. ИБП такого типа чаще обозначают как VFI (Voltage Frequency Independent — независимость напряжения и частоты на выходе от входных величин этих параметров, согласно стандарту IEC 62040-3). Также можно встретить еще два названия: double-conversion UPS и on-line UPS.

Модельный ряд и основные характеристики ИБП серии VH приведены в таблице 1.

Благодаря входящим в комплект ИБП кронштейнам его можно встраивать в 19" конструктивы (рис. 2), а с по-



Рис. 3. Установка опор для напольного размещения ИБП

мощью пластиковых опор устанавливать на пол, монтировать башенные

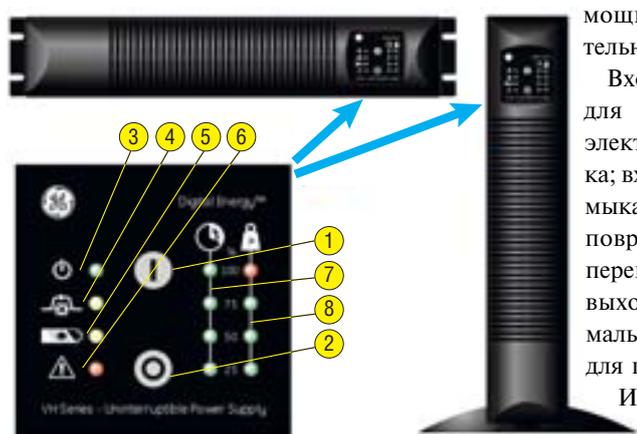


Рис. 4. Универсальные опоры позволяют создавать модули с несколькими батарейными отсеками

конфигурации из 1, 2, N батарейных отсеков (рис. 3, 4).

На лицевой поверхности ИБП расположена панель индикации и управления, которая служит для визуального контроля основных параметров. Панель можно поворачивать на 90° для применения ИБП как в горизонтальном, так и вертикальном положении (рис. 5).

Перечислим основные элементы панели индикации и управления и их функции. Кнопка «Вкл.» используется для включения ИБП и проведения быстрого тестирования батареи; кнопка «Выкл.» используется для выключения ИБП; индикация «ИБП включён» горит при включённом ИБП и мигает, когда ИБП в режиме ожидания; индикация «Питание нагрузки через байпас» горит, когда питание нагрузки осуществляется от питающей электросети через байпас; индикация «Питание нагрузки от батареи» горит, когда питание нагрузки осуществляется от батареи, при сбое в электросети ИБП переключается в режим питания нагрузки от батареи и будет находиться в нём до тех пор, пока не разрядится батарея или не восстановятся параметры электросети; индикация «Сигнал тревоги» мигает при включении сигнала тревоги; группа светодиодов «Уровень заряда батареи» отображает оставшееся время автономной работы (в % от максимального времени) при текущей нагрузке; группа светодиодов «Уровень нагрузки» отображает долю номинальной мощности ИБП, которая используется для питания текущей нагрузки.



- Условные обозначения:
 1 — кнопка «Вкл.»;
 2 — кнопка «Выкл.»;
 3 — индикация «ИБП включён»;
 4 — индикация «Питание нагрузки через байпас»;
 5 — индикация «Питание нагрузки от батареи»;
 6 — индикация «Сигнал тревоги»;
 7 — группа светодиодов «Уровень заряда батареи»;
 8 — группа светодиодов «Уровень нагрузки».

Рис. 5. Панель индикации и управления используется в стоечном и башенном вариантах ИБП

На рисунке 6 показана задняя панель ИБП серии VN мощностью 3000 В·А. Задние панели ИБП серии VN других

мощностей будут незначительно отличаться от этой.

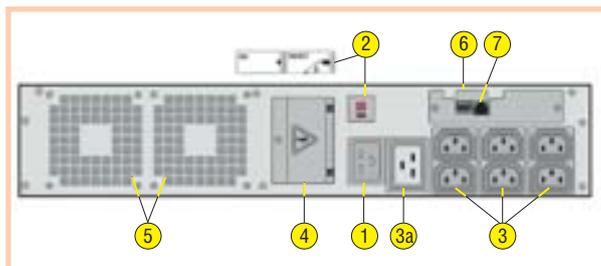
Входная розетка служит для подключения ИБП к электросети переменного тока; входной термический размыкатель защищает ИБП от повреждений, связанных с перегрузкой по току на входе; выходные розетки (максимальный ток — 10 А) служат для подключения нагрузки к ИБП; выходная розетка (максимальный ток —

16 А, только для ИБП серии VN 3000 В·А) необходима для подключения мощной нагрузки к ИБП; разъём постоянного тока (кроме ИБП серии VN 700 В·А) нужен для подключения дополнительного батарейного блока, когда требуется увеличить время автономной работы; имеются также охлаждающий вентилятор (один или несколько) с электронным управлением; порты USB и RJ-11.

Подключение ИБП и потребителей к сети электропитания показано на рисунке 7.

Что внутри? Как это работает?

Блок-схема ИБП с двойным преобразованием энергии в общем виде приведена на рисунке 8 [1, 2]. Кратко принцип работы этих ИБП можно описать так: входное сетевое напряжение выпрямляется и используется как для заряда батареи, так и для питания входного инвертора, который, в свою



- Условные обозначения:
 1 — входная розетка;
 2 — входной термический размыкатель;
 3 — выходные розетки;
 3а — выходная розетка для подключения мощной нагрузки к ИБП;
 4 — разъём постоянного тока;
 5 — охлаждающий вентилятор;
 6 — порт USB;
 7 — порт RJ-11.

Рис. 6. Задняя панель ИБП серии VN мощностью 3000 В·А

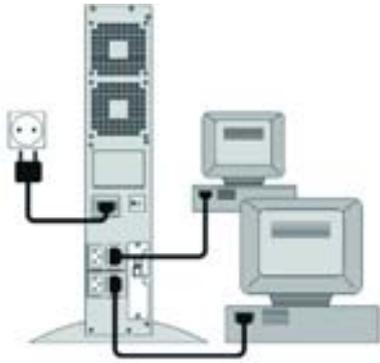


Рис. 7. Вариант подключения ИБП и нагрузки к сети электропитания

очередь, преобразует постоянное напряжение в переменное синусоидальной формы со стабильной частотой 50 Гц и фиксированным напряжени-

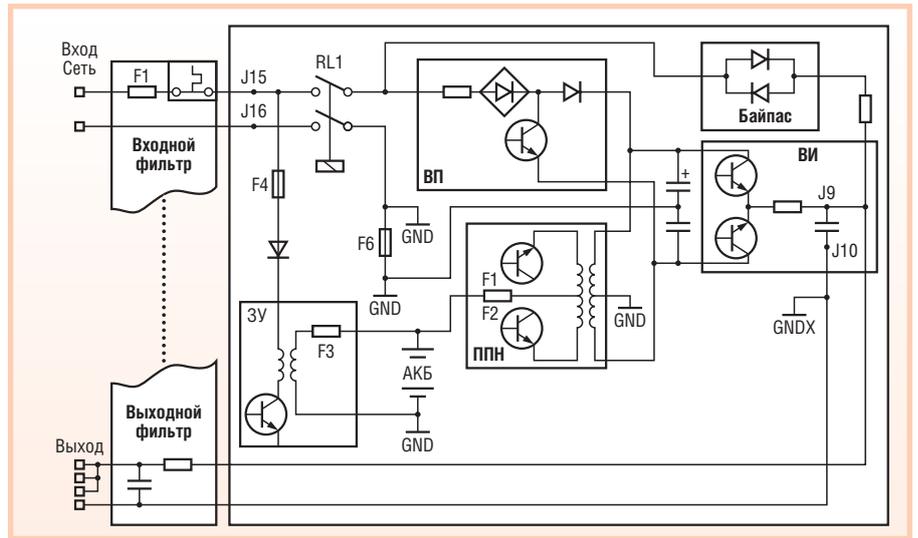


Рис. 9. Структура ИБП серии VH с двойным преобразованием

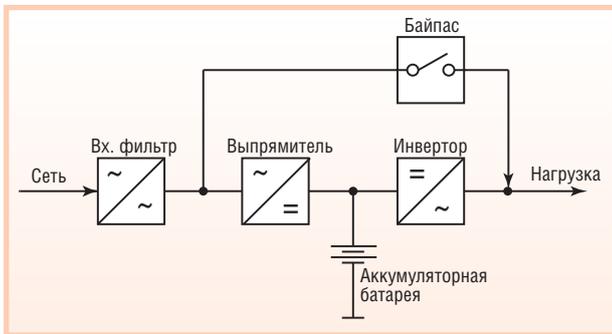


Рис. 8. Топология ИБП с двойным преобразованием энергии

ем 220 В. В режиме перегрузки или выхода из строя какого-либо узла двойного преобразования нагрузка переключается напрямую к сети через блок коммутации — цепь автоматического шунтирования байпас (bypass). В сетевом режиме выпрямитель выполняет также

функцию зарядного устройства батареи. Выпрямитель может быть управляемым (на тиристорах или IGBT-транзисторах) или неуправляемым (на диодах). Инверторы ИБП с двойным преобразованием энергии выполняются на IGBT-транзисторах, коммутируемых с частотой 10-50 кГц и формирующих с помощью выходного фильтра синусоидальное напряжение 50 Гц.

Развёрнутая структура ИБП серии VH показана на рисунке 9. В режиме

питания от сети напряжение 220 В преобразуется входным фильтром и выпрямителем в постоянное напряжение, непрерывно питающее ЗУ (зарядное устройство), которое производит подзарядку аккумуляторной батареи (АКБ). От АКБ запитан преобразователь постоянного напряжения (ППН), или повышающий бустер (booster), обеспечивающий согласование напряжением питания выходного инвертора (ВИ). Одновременно с этим отфильтрованное напряжение через мощный двухполюсный размыкатель RL1 поступает на входной преобразователь (ВП), который преобразует переменное напряжение сети в постоянное двухполярное напряжение ± 400 В, так называемое звено постоянного тока. Особенностью данной схемы является обеспечение балансировки напряжений положительной и отрицательной шин постоянного тока относительно нейтрали, что исключает появление постоянной составляющей в выходном напряжении (сквозная нейтраль). Звено постоянного тока содержит ёмкость значительной величины, предназначенную для сглаживания пульсаций и накопления необходимой энергии для питания ВИ. В случае пропадаания напряжения сети ВИ питается через ППН от АКБ. Благодаря такой схеме время переключения на



Рис. 11. Замена аккумуляторных батарей

питание от АКБ практически рано нулю. ВИ вырабатывает напряжение 220 В переменного тока с параметрами синусоиды, часто превосходящими сетевые. При любой неисправности в схеме ИБП или при его полном выходе из строя происходит мгновенное переключение на сетевое питание нагрузки через цепь байпаса. Для обеспечения максимальной надёжности и защищённости нагрузки в конструкции ВН использован уникальный отказо-

устойчивый байпас. Выходной фильтр выполняет согласование ИБП с нагрузкой и подавляет высокочастотные помехи.

К основным достоинствам схемы с двойным преобразованием энергии следует отнести:

- обеспечение высокой точности стабилизации синусоидального выходного напряжения в сетевом и автономном режимах;
- обеспечение стабильной частоты выходного напряжения при отклонениях частоты сети;

Критерии выбора ИБП, или Что необходимо знать для обеспечения надёжного электропитания оборудования

СТЕПЕНЬ ПОДАВЛЕНИЯ СЕТЕВЫХ ПОМЕХ.

Согласно ГОСТ 13109-97 сетевое напряжение, поставляемое энергокомпаниями, должно быть в пределах $220 \text{ В} \pm 10\%$, с частотой $50 \pm 1 \text{ Гц}$ и несинусоидальностью не хуже 8%. Однако не секрет, что зачастую реальные параметры сети далеки от требований ГОСТ, поэтому остро стоит задача исключения различных сетевых помех [3]. ИБП в зависимости от типа и конструкции решают эту задачу по-разному. Сегодня существует достаточно много типов названий ИБП, как соответствующих общепризнанным обозначениям, так и придуманных фирмами-производителями специально для своих устройств.

Однако если все ИБП рассматривать по уровням надёжности и защиты нагрузки от случайных возмущений (в том числе и перебоев) электропитания, то по современной трёхступенчатой классификации (стандарт IEC 32040) все ИБП можно подразделить на 3 группы: VFI, VI и VFD.

● Класс VFI (Voltage & Frequency Independent) означает, что выходные напряжение и частота ИБП не зависят от вход-

ных параметров. У ИБП класса VFI, кроме ёмкостных фильтров, схема содержит звено постоянного тока, разделяющее входные и выходные цепи на две части таким образом, что входное сетевое напряжение невысокого качества никогда не поступает на выход.

● Класс VI (Voltage Independent) означает, что выходная частота совпадает с

входной, напряжение на выходе регулируется в заданных пределах.

● Класс VFD (Voltage & Frequency Dependent) означает, что выходное напряжение и частота совпадают с входными. Кроме этой, встречается и другая классификация.

● ИБП типа back-up. В таких ИБП электропитание нагрузки в нормальном ре-

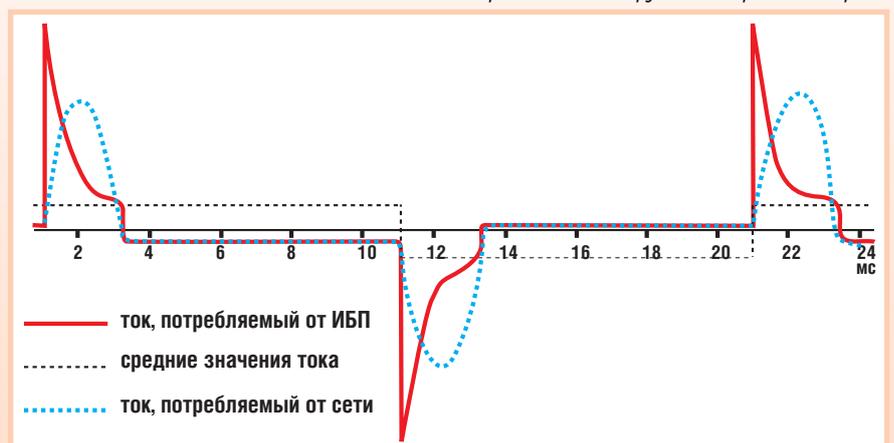


Рис. 10. Ток, потребляемый компьютером в течение периода изменения частоты

- отсутствие переходных процессов при переключениях с сетевого режима на автономный и наоборот;
- высокую экономичность данных ИБП (коэффициент мощности P_f входного конвертора равен единице);
- исключение влияния нелинейной нагрузки с высоким крест-фактором на форму входного тока.

Поскольку батарея является важнейшим элементом любого ИБП, новая линейка оснащена уникальной технологией Superior Battery Management (интеллектуальное управление батареями). Эта технология увеличивает эксплуатационные параметры и срок службы аккумуляторных батарей.

Основные принципы и возможности Superior Battery Management следующие:

- автоматический ежемесячный тест АКБ; предупреждение пользователя о необходимости замены АКБ;
- калибровочный тест АКБ; определение реальной ёмкости АКБ; точный расчёт времени автономной работы.
- автоматический ускоренный заряд АКБ гарантирует быстрое восстановление АКБ (оптимален как для циклического, так и для буферного режима);
- время заряда 1,5 часа; поддержка нагрузки при слабой сети и многократных повторных авариях;
- отключение ЗУ в конце заряда исключает повреждение АКБ из-за перезаряда;

- температурная компенсация заряда исключает перезаряд или недозаряд АКБ;
- глубина разряда зависит от нагрузки, защищает АКБ при обеспечении максимальной автономии даже для малых нагрузок;
- отключение без нагрузки. При нагрузке менее 5% и аварии сети ИБП может автоматически отключиться (программируемая функция).

ЗАМЕНА АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ? НЕ ВОПРОС!

Удобная конструкция блока позволяет в считанные минуты производить в случае необходимости замену аккумуляторов. Замена может выполняться даже во время работы блока без отключения критичной нагрузки и при любом его положении: вертикальном или горизонтальном (рис. 11).

СВЯЗЬ ПРЕВЫШЕ ВСЕГО

Любое современное устройство отличает наличие средств коммуникации для контроля и управления, в этом смысле ИБП серии VH не исключение. Для передачи данных о состоянии устройства ИБП укомплектован USB-интерфейсом и «сухими» контактами, возможны

как опции установка платы с RS-232, USB- и релейным интерфейсом, а также платы SNMP-интерфейса (показана на рис. 12).

Плата SNMP является важным средством коммуникации по сетям Ethernet, гарантирует возможность контроля параметров ИБП, установленных на удалённых объектах.

Интерфейс SNMP обеспечивает следующие способы получения информации.

1. SNMP-агент. SNMP-информация соответствует стандарту UPS-MIB, определённому в документе RFC1628. Этот формат позволяет одной или нескольким сетевым системам NMS (Network Management Systems) наблюдать параметры ИБП и управлять им.

На основе этой информации защитное математическое обеспечение GE (Power JUMP Data Shield и Manager) может определять статус ИБП для обеспечения безопасности и корректного завершения работы систем и выключения ИБП. Для такого применения интерфейс SNMP/Web должен быть сконфигури-



Рис. 12. Модуль SNMP/WEB-интерфейса выпускается в виде вставной платы в ИБП или в виде внешнего блока

же осуществляется от электросети, а в случае выхода напряжения за установленные пределы происходит переключение нагрузки на работу от аккумуляторных батарей через инвертор. Частота питания нагрузки для ИБП данного типа определяется частотой питающей электросети. Таким образом, ИБП типа back-up неприменимы в «плохих» электросетях, в промышленных условиях. Основная область их применения в «хороших» электросетях — защита некритичных нагрузок от перебоев электроснабжения (например, персональных компьютеров). Основным достоинством ИБП такого типа является их низкая стоимость.

- ИБП типа line-interactive (линейно-интерактивные ИБП). В конструкцию линейно-интерактивных ИБП введён трансформатор с переключаемыми обмотками. При изменении входного напряжения происходит переключение обмоток трансформатора, которое компенсирует напряжение на выходе. Линейно-интерактивные ИБП обладают большей надёжностью, чем ИБП типа back-up, но всё же неприменимы в промышленных условиях и в электросетях, имеющих нестабильную частоту и мощные помехи. Все остальные недо-

статки, свойственные ИБП типа back-up, присущи и данному типу ИБП.

В заключение можно сказать, что ИБП класса VFI осуществляют подавление помех в сетевом режиме (своём основном режиме по времени работы) в несколько десятков раз лучше, чем ИБП других классов. Выбор по параметру подавления помех, если только не ограничивает цена, рекомендуется останавливать на них.

МОЩНОСТЬ. Для реализации этого критерия нужно хорошо представлять себе, что выходная мощность, выраженная в В·А, — это комплексная величина, и она содержит активную и реактивную составляющие, которые связаны между собой коэффициентом P_f (фактором мощности), $P_{акт.} = P_f \times P_{реакт.}$. Иными словами, ИБП с полной выходной мощностью 700 В·А и $P_f = 0,7$ может работать на максимальную активную нагрузку (например, мощный проволочный резистор) величиной 490 Вт. Однако нагрузка, подключённая к выходу ИБП, часто носит ёмкостный характер. Примерами являются любой ПК и монитор. График потребления тока (рис. 10) показывает, что значения тока, потребляемого компьютером как от сети, так и от ИБП, характеризуются резкими всплесками и сильно отличаются от средних значений тока, который потреблял бы проволочный резистор.

Поэтому, с точки зрения надёжности, необходимо выбирать ИБП, способный обеспечить эти броски запасом по максимальной выходной мощности на 20-30% выше, чем мощность подключаемого оборудования. Здесь важно также отметить, что не следует впадать в другую крайность и приобретать ИБП, значительно превышающий необходимую мощность. Так, при малых токах в нагрузке резко уменьшается КПД инвертора, а потери во вспомогательных цепях значительно увеличиваются, при этом общий КПД (и так невысокий у всех ИБП) может снизиться до 30%.

ВРЕМЯ АВТОНОМНОЙ РАБОТЫ. Одной из важнейших характеристик систем бесперебойного питания является время работы от встроенных необслуживаемых аккумуляторных батарей. Ёмкость аккумуляторной батареи измеряется в ампер-часах и вместе с количеством аккумуляторов обычно указывается в техническом описании. Если стоит задача увеличения времени автономного режима работы, то прежде всего надо ориентироваться на возможность увеличения ёмкости встроенной батареи или возможность подключения дополнительных батарейных модулей, а не на увеличение мощности ИБП. ■

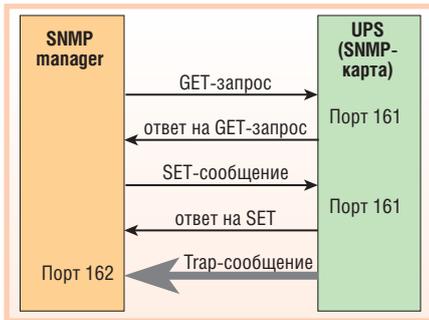


Рис. 13. Коды для trap-сообщений имеют стандартную идентификацию и семантику

рован для отправки прерываний (traps) на компьютеры, на которых запущено ПО NMS. Можно сконфигурировать до 20 адресов (рис. 13). Коды для trap-сообщений имеют стандартную идентификацию и семантику, например, «параметры батареи вне допуска»; «требуется замена»; «нагрузка питается от батарей»; «остающийся ресурс батареи минимален» и т.д.

2. Сервер Web. Информация об ИБП также доступна в формате HTML, который является основным языком общения в Интернете. Любой стандартный Интернет-браузер подходит для наблюдения и контроля ИБП из любой точки сети и даже из любой точки мира при использовании Интернета. Данные с Web-сервера дают детальную информацию о статусе ИБП, также возможно изменение конфигурации интерфейса SNMP (рис. 14, 15).

3. Наряду с мониторингом ИБП, подключённых локально, с помощью защитного ПО можно наблюдать статус ИБП по сети. Эта возможность позволяет создавать весьма гибкие схемы защиты, например обнаруживать перебой электропитания на сервере баз данных и обеспечивать безопасное закрытие всех приложений с последующим выключением системы.

Надёжность – залог успеха в любом деле

Важными характеристиками системы являются её надёжность и безотказ-

ность работы. У ИБП VH такой параметр, как среднее время безотказной работы (Mean Time Between Failures — MTBF), составляет более 730 000 часов. Вероятность отказа ИБП серии VH в первые три года работы не превышает 3,5%, а в первые десять лет — 11,2%. Срок гарантийного обслуживания самого устройства и входящего в комплект блока аккумуляторных батарей — три года!

В качестве возможных сфер применения ИБП серии VH можно назвать обеспечение бесперебойного питания нагрузок малой и средней мощности (до 3 кВ·А) серверов баз данных, телекоммуникационного оборудования, локальных вычислительных сетей, технологического оборудования с повышенными требованиями по надёжности, Интернет-серверов.

Дополнительно как опции для ИБП VH можно заказать плату с RS-232, релейный выход или модуль SNMP, ручной байпас, а также дополнительные батарейные блоки (кроме VH 700).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В итоге ещё раз об основных свойствах и преимуществах ИБП VH-серии.

1. Технология двойного преобразования (on-line) решает проблемы обеспечения надёжного электропитания. ИБП защищает нагрузку от максимального числа вредных факторов, таких как пропадание питания (более 10 мс), просадка напряжения (не более 16 мс), бросок напряжения (от 4 до 16 мс), длительное пониженное или повышенное напряжение, импульсные высоковольтные помехи (менее 1 мс), всплески напряжения (менее 4 мс), случайные колебания частоты, периодические ВЧ-помехи, длительное присутствие гармонических искажений.
2. P_f — входной фактор мощности =1 характеризует ИБП как устройство высокой экономичности.

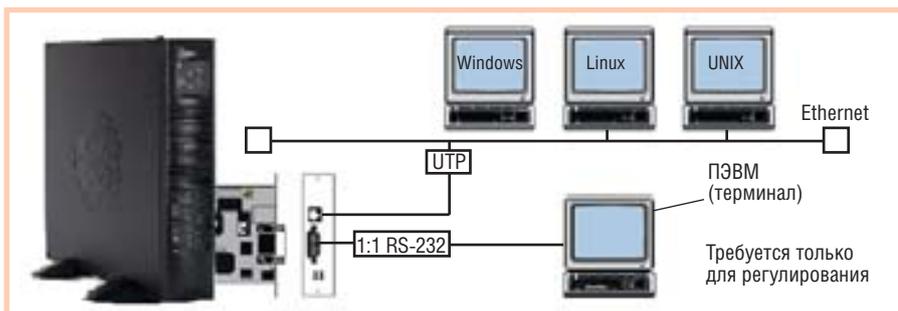


Рис. 14. Диаграмма подключения платы SNMP для работы в сети и к ПК (только во время конфигурирования системы)



Рис. 15. Псылка контрольного SMS-сообщения

3. Отказоустойчивый байпас обеспечивает непрерывную работу даже при отказе ИБП.
4. Возможно как напольное, так и стоечное исполнение корпуса ИБП.
5. Простая процедура замены батарей, не влияющая на питание нагрузки, технология Superior Battery Management улучшает эксплуатационные характеристики и увеличивает срок службы батарей.
6. Простая процедура подключения дополнительных батарейных блоков позволяет увеличить время автономной работы.
7. Удалённый мониторинг и управление при установке ИБП в местах ограниченного доступа за счёт широкого спектра средств коммуникации: USB, контактный интерфейс.
8. ИБП может использоваться в качестве преобразователя частоты 50/60 Гц и работать как обычный преобразователь в длительном круглосуточном режиме.
9. ИБП защищён от неправильного включения фазы и нейтрали. ●

ЛИТЕРАТУРА

1. Климов В.П., Портнов А.А., Зуенко В.В. Топологии источников бесперебойного питания переменного тока (ИБП) // Электронные компоненты. 2003. № 7.
2. Климов В.П., Климова С.Р., Портнов А.А. ИБП с двойным преобразованием энергии малой и средней мощности: схемотехника и технические характеристики // Электронные компоненты. 2004. № 6.
3. Рубцов В.А. Защита компьютера от сетевых помех // Электроника и компоненты. 1997. № 4.

Автор — сотрудник фирмы ПРОСОФТ
 Телефон: (495) 234-0636
 E-mail: info@prosoft.ru