



Краткое описание типов Источников Бесперебойного Питания (ИБП)

APC
MGE

All content in this presentation is protected – © 2008 American Power Conversion Corporation

Schneider
Electric

Типы ИБП

- **Первое и самое главное назначение Источника Бесперебойного Питания - обеспечить электропитание компьютерной системы или другого оборудования в то время, когда электрическая сеть по каким-то причинам не может это делать. Во время такого сбоя электрической сети ИБП питается сам и питает нагрузку за счет энергии, накопленной его аккумуляторной батареей.**



Типы ИБП

- Традиционно ИБП различаются по категории, мощности и топологии

По мощности ИБП подразделяются на:

- Малой мощности (обычно до 10 кВА).
- Средней мощности (обычно до 30 или 40 кВА)
- Большой мощности (более 40 кВА)

По топологии ИБП подразделяются на:

- Одна фаза на входе, одна фаза на выходе (до 16 кВА у APC-MGE UPS Systems).
- Три фазы на входе, одна фаза на выходе (до 80 кВА у APC-MGE UPS Systems).
- Три фазы на входе, три фазы на выходе.

Типы ИБП

- По категориям ИБП делятся на

Stand by или офф-лайн VFD (voltage frequency dependant)

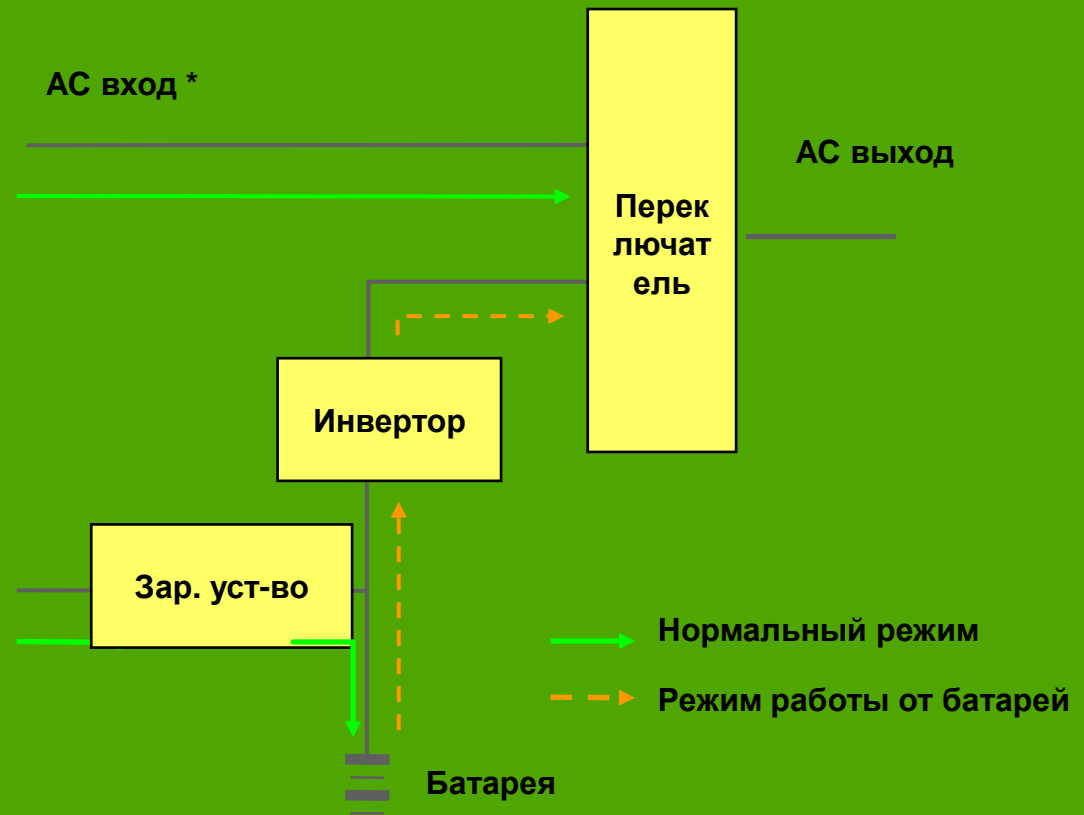
Линейно интерактивный, стандарт VI (voltage independent)

Двойное преобразование VFI (voltage frequency independent)

ДЕЛЬТА преобразование.

ИБП Stand by или оффлайн VFD

- Когда в сети нормальное напряжение, компьютер (или другая нагрузка ИБП) работает непосредственно от сети. В это время маломощный выпрямитель подзаряжает батарею ИБП.
- Если напряжение становится "ненормальным" или совсем исчезает, показанный на схеме переключатель срабатывает, включается инвертор, и ИБП начинает питать нагрузку от своей батареи.

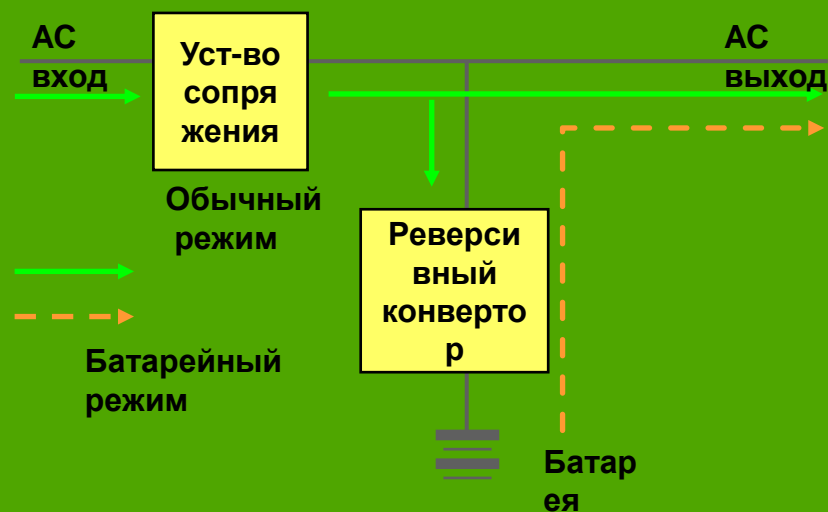


ИБП Stand by или офф лайн VFD

- Преимущества
 - Простота и дешевизна конструкции
 - **ИБП** с переключением имеет высокий КПД, поскольку при нормальной работе потребляет только энергию, необходимую для питания своей схемы и, если батарея разряжена, то для ее подзаряда.
- Недостатки
 - Во время работы от батареи, напряжение на выходе **ИБП** с переключением несинусоидальное (оно имеет вид чередующихся прямоугольным импульсов с паузами).
 - Во время переключения (которое занимает от 2 до 20 миллисекунд для разных моделей ИБП) на выходе **ИБП** отсутствует напряжение. Следовательно, имеется небольшой разрыв в напряжении, питающем компьютер.
 - Почти единственная функция **ИБП** с переключением - поддержание работы компьютера, когда в сети нет напряжения. Но он не может эффективно взаимодействовать с электрической сетью и следить за отсутствием искажений сетевого напряжения, а также регулировать напряжение, когда оно становится слишком маленьким или чересчур большим.

Линейно интерактивный, стандарт VI

(voltage independent)



- Если разобраться, она очень похожа на предшествующую схему. Но инвертор этого **ИБП** постоянно подключен к нагрузке. Кроме того, в нашей новой схеме появился автотрансформатор (устройство сопряжения).
- У этого автотрансформатора есть дополнительные отводы, к которым может быть подключена нагрузка при работе **ИБП** от сети. В результате напряжение на выходе **ИБП** иногда становится не таким, как на входе, не переключаясь на батарею.
- С помощью автотрансформатора с отводами **ИБП** регулирует напряжение (увеличивает выходное напряжение, когда напряжение на входе мало и уменьшает напряжение на выходе, если входное напряжение слишком повысилось).

Линейно интерактивный, стандарт VI (voltage independent)

- Преимущества

- Данный ИБП постоянно следит за напряжением: его величиной и формой. Для этого управление ИБП, взаимодействующего с сетью, поручено микропроцессору. Обычно микропроцессор нагружают множеством дополнительных функций, не связанных непосредственно со слежением за сетью и управлением, и некоторые из этих ИБП становятся довольно "умными": Они могут регистрировать напряжение в электрической сети, следят за временем и частотой, запоминают свои аварийные сообщения, включаются по расписанию и т.д.
- ИБП с переключением имеет высокий КПД, поскольку при нормальной работе потребляет только энергию, необходимую для питания своей схемы и, если батарея разряжена, то для ее подзаряда.
- Наличие синусоидального напряжения на выходе ИБП, что позволяет использовать его для различных нагрузок.

Линейно интерактивный, стандарт VI (*voltage independent*)

- Недостатки

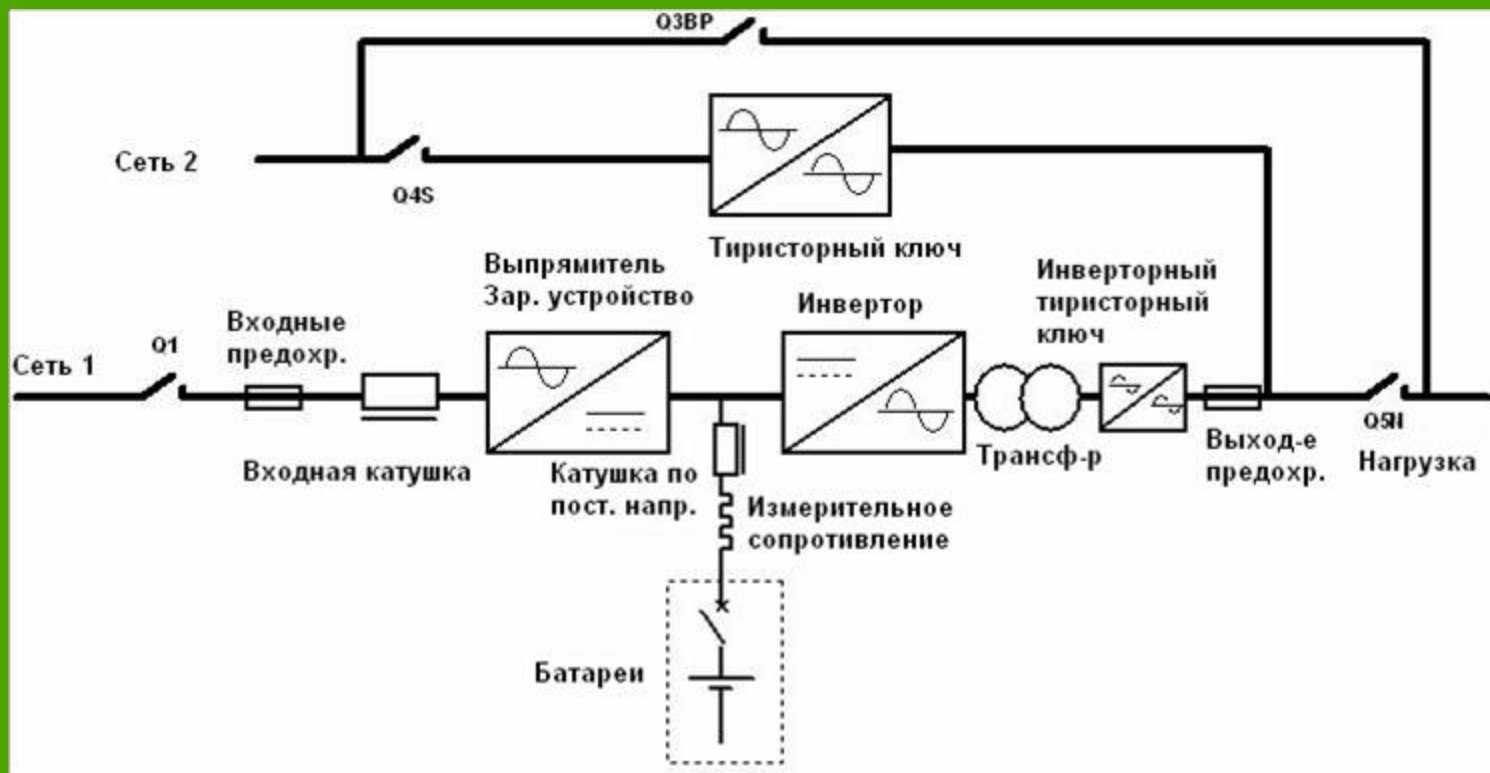
- Работает линейно интерактивный **ИБП**, примерно так же, как и **ИБП** с переключением. Когда в сети "нормальное" напряжение, он питает нагрузку от сети. Если напряжение отсутствует, то инвертор мгновенно начинает питать нагрузку, разряжая батарею, а входной переключатель **ИБП** размыкается.
- Принципиальным, но не самым важным, недостатком этой схемы (как и **ИБП** с переключением) является разрыв электропитания в момент переключения на работу от батареи и обратно. Этот разрыв является следствием использования механических переключателей. Время их срабатывания довольно мало (несколько миллисекунд), но отлично от нуля.

ИБП с двойным преобразованием энергии (Double Conversion UPS) VFI (voltage frequency independent)

- ***Типы ИБП с двойным преобразованием***
 - ***Классическая схема двойного преобразования с наличием трансформатора на выходе инвертора .***
 - ***Без трансформаторная***
 - ***Схема с наличием «чистого» транзисторного выпрямителя.***

Типы ИБП с двойным преобразованием

- Классическая схема двойного преобразования VFI



Классическая схема двойного преобразования VFI

● *Общее описание работы*

- *На входе ИБП с двойным преобразованием энергии находится выпрямитель. В отличие от выпрямителей рассмотренных нами ранее типов ИБП - это мощное устройство. Ведь выпрямитель должен не только подзаряжать батарею ИБП, но, прежде всего, снабжать инвертор ИБП постоянным напряжением.*
- *Инвертор преобразует весь поток мощности из напряжения постоянного тока в напряжение переменного тока.*
- *Байпас - это специальная линия, которая позволяет в случае необходимости питать нагрузку напрямую от электрической сети. Для переключения на работу через байпас служит статический (т.е. не имеющий движущихся элементов) переключатель. Поэтому этот байпас часто называют статическим байпасом или тиристорным ключом.*
- *ИБП с двойным преобразованием энергии может работать в трех режимах.*

Классическая схема двойного преобразования VFI

- **Работа от электрической сети (нормальный режим)**
 - Если в сети есть "нормальное" напряжение, то вся мощность, потребляемая нагрузкой, проходит через выпрямитель ИБП. Выпрямитель преобразует напряжение электрической сети в стабилизированное напряжение постоянного тока. Оно используется для заряда батареи и для питания инвертора.
 - Выпрямитель ИБП с двойным преобразованием выдает стабилизированное напряжение постоянного тока. Т.е. независимо от величины напряжения переменного тока на входе выпрямителя напряжение постоянного тока на его выходе сохраняется постоянным. Естественно, напряжение остается стабильным только если входное напряжение не выходит из некоторого диапазона допустимых напряжений. Этот диапазон называется диапазоном входных напряжений ИБП.
 - Диапазон входных напряжений ИБП с двойным преобразованием не остается постоянным. Его величина (или вернее его нижняя граница) зависит не только от конкретной модели ИБП, но и его нагрузки.
 - Инвертор преобразует напряжение постоянного тока в напряжение переменного тока, которым и питается нагрузка.

Классическая схема двойного преобразования VFI

- Работа от аккумуляторной батареи
 - Если напряжение сети становится меньше нижней границы диапазона входных напряжений (т.е. выпрямитель уже не может стабилизировать напряжение), напряжение постоянного тока на выходе выпрямителя уменьшается и он выключается от заряженной батареи ИБП. Никакого переключения не происходит. Просто инвертор начинает питаться от батареи, а батарея начинает разряжаться. Говорят, что ИБП перешел на режим работы от батареи.
 - Работа **ИБП** от батареи продолжается некоторое время, определяемое зарядом батареи и нагрузкой. После того, как батарея разрядится до напряжения (например, 1.7 В на двухвольтовый элемент), инвертор **ИБП** будет отключен автоматически, защищая батарею от необратимого разряда. Величина конечного напряжения зависит от величины тока разряда и времени разряда батареи (чем больше время разряда, тем выше конечное напряжение разряда).
 - Если напряжение на входе **ИБП** снова поднимется до нормального, выпрямитель опять начнет заряжать батарею и питать инвертор.
 - Инвертор преобразует напряжение постоянного тока в напряжение переменного тока, которым и питается нагрузка.

Классическая схема двойного преобразования VFI

- Режим работы через статический байпас
 - Основные элементы **ИБП** с двойным преобразованием при работе от сети постоянно находятся под нагрузкой. Ведь при выходе из строя инвертора, подача напряжения к нагрузке прервалась бы и **ИБП** не только не выполнил бы своего предназначения, но даже сам из-за своей поломки мог бы стать причиной потери данных в подключенных к нему компьютерах или отключения каких-либо подключенных к нему важных устройств.
 - Для того, чтобы не происходило пропадание питания в случае выходе из строя инвертора, в **ИБП** введена еще одна линия электроснабжения нагрузки - статический байпас (или тиристорный ключ).
 - При выходе из строя инвертора или его перегрузке, одновременно срабатывает переключатель (размыкается линия "инвертор-нагрузка" и замыкается линия "байпас-нагрузка") и нагрузка продолжает питаться от сети.
 - К сожалению не все **ИБП** с двойным преобразованием имеют статический байпас (особенно малой мощности).

Классическая схема двойного преобразования VFI

● Выпрямитель

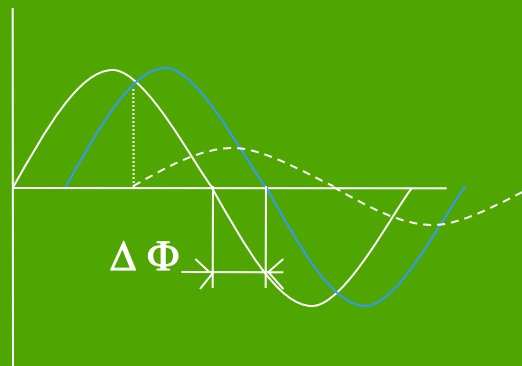
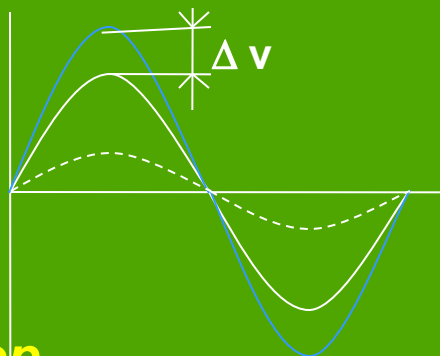
- *Выпрямитель ИБП с двойным преобразованием должен иметь мощность, достаточную для двух его основных функций. Его максимальный выходной ток должен быть не меньше суммы максимального входного тока инвертора и максимального зарядного тока батареи.*
- *Для правильного заряда батареи выпрямитель должен очень точно (с точностью не хуже 1 %) поддерживать напряжение плавающего заряда на батарее.*
- *В классической схеме двойного преобразования энергии применяют регулируемые тиристорные выпрямители.*

Классическая схема двойного преобразования VFI

● Инвертор

- Инвертор **ИБП** с двойным преобразованием энергии имеет возможность изменения выходной частоты инвертора для синхронизации выходного напряжения инвертора с сетью.
- Эта функция используется в **ИБП** с двойным преобразованием постоянно и просто необходима для переключения **ИБП** на статический байпас. Рассмотрим это переключение несколько подробнее.
- Для того, чтобы **ИБП** с двойным преобразованием имел непрерывное выходное напряжение без скачков и разрывов на всех режимах работы, нужно обеспечить гладкое переключение на статический байпас при выходе из строя инвертора или его перегрузке.
- Для этого необходимо, чтобы фаза и частота сетевого напряжения (т.е. напряжения в цепи байпаса) в момент переключения были такими же, как фаза и частота выходного напряжения инвертора.
- Но мы не можем управлять фазой и частотой сети, следовательно мы должны добиться желаемой цели за счет настройки инвертора. Поэтому инвертор **ИБП** с двойным преобразованием должен всегда быть синхронизован с сетью. Точнее говоря, должна быть достигнута синхронизации инвертора с линией статического байпаса, которая в общем случае может быть подключена к другой линии электроснабжения, чем вход выпрямителя **ИБП**.

Классическая схема двойного преобразования VFI



● Инвертор

- *Посмотрим теперь, что произойдет с ИБП с двойным преобразованием энергии, если частота сети вдруг начнет отличаться от стандартной (50 Гц).*
- *ИБП с двойным преобразованием имеет некоторые пределы допустимых изменений частоты сети (эта характеристика указана в паспорте или описании). Скажем минимальная допустимая частота равна 49 Гц, а максимальная допустимая частота - 51 Гц (т.е. пределы допустимых изменений частоты равны $\pm 2\%$)*
- *Если частота и напряжение в линии байпаса находится в пределах допустимого, то инвертор аккуратно следует за ней. Частота и фаза инвертора равны частоте и фазе в линии байпаса. Следовательно ИБП в любой момент (при выходе из строя инвертора или его перегрузке) может переключиться на статический байпас, не испытывая импульсных нагрузок.*
- *Если же частота или напряжение в линии байпаса выйдет за пределы, то инвертора не может следовать за ней, чтобы не питать нагрузку с напряжением или с частотой, сильно отличающейся от номинальной.*

Классическая схема двойного преобразования VFI

● Инвертор

- ИБП с двойным преобразованием энергии отрабатывают эту ситуацию гораздо лучше. Блок управления просто разрешает инвертору ИБП прекратить синхронизацию с линией байпаса и перейти на режим независимой работы. Частота инвертора становится равной ровно 50 Гц и остается такой до тех пор, пока частота линии байпаса не вернется в пределы допустимого.
- Во время независимой работы инвертора, переключение ИБП на статический байпас либо блокируется совсем, либо процесс переключения требует специальной комбинации нажатия клавиш на панели ИБП (в зависимости от настройки персонализации для Galaxy PW) и происходит с **перерывом электропитания нагрузки** (от 10 мсек для ИБП Galaxy 3000 до 500 - 800 мсек для Galaxy PW и Galaxy).
- При таком переключении возможны сильные фазовые и амплитудные искажения, которые могут нанести ущерб чувствительной нагрузке.
- ИБП имеют возможность настройки пределов допустимых изменений частоты. Например они могут быть настроены на допустимые колебания частоты 0.5, 1 или 2 Герца в каждую сторону.
- Также имеется настройка по скорости синхронизации инвертора с Сетью.

Классическая схема двойного преобразования VFI

● Инвертор

- Казалось бы, чем уже диапазон допустимых колебаний частоты, тем лучше для чувствительной нагрузки. На самом деле улучшение качества стабилизации частоты происходит за счет общей надежности системы. Ведь если диапазон допустимых изменений частоты установлен меньше реального диапазона изменения частоты сети в месте установки **ИБП**, то **ИБП** большую часть времени работает без синхронизации инвертора с линией байпаса. Это снижает общую надежность системы, защищаемой с помощью **ИБП**, поскольку во время независимой работы инвертора невозможно переключение на статический байпас.
- В случае если **ИБП** имеет возможность настройки диапазона допустимых изменений частоты, пользователь имеет возможность выбирать выгодный для себя компромисс. Он может установить очень узкий диапазон частот для чувствительной нагрузки, сознательно пойдя на некоторое снижение надежности системы, или расширить этот диапазон для получения максимальной надежности, если нагрузка не слишком чувствительна к изменениям частоты.

Классическая схема двойного преобразования

VFI

Преимущества использования выходного
изолирующего трансформатора

- > Гальваническая изоляция между сетью 1 и нагрузкой
- > Гашение и фильтрация перенапряжений , идущих из входной сети на выход ИБП
- > Адаптация с разными системами нейтрали (с трансформатором по сети байпаса)
- > Подавление гармоник на инверторе идущих от нагрузки (меньше гармоник на инверторе, особенно НЗ)
- > Ниже уровень постоянного напряжения
- ♦ Недостатки использования выходного изолирующего трансформатора
 - > Увеличение веса, больше площадь основания, выше стоимость ИБП по сравнению с бестрансформаторным ИБП



Классическая схема двойного преобразования VFI

- Тиристорный ключ (электронный байпас)
 - Как мы выяснили, основное назначение статического байпаса - это увеличение надежности **ИБП** и компьютерной системы в целом за счет организации резервного источника электроснабжения, который вступает в действие при выходе из строя инвертора. В рассмотренном простейшем случае таким источником является та же электрическая сеть, которая питает выпрямитель **ИБП**.
 - Выход из строя какой-либо из систем **ИБП** вещь, в общем-то, довольно маловероятная. Хорошие **ИБП** с двойным преобразованием имеют среднее время наработки на отказ до 10 лет. Но статический байпас имеет еще одну функцию, которая используется буквально при каждом включении сильно нагруженного **ИБП**.
 - Инвертор естественно имеет ограничение по допустимой нагрузке. При постоянной нагрузке этой границей является номинальная мощность **ИБП**. Кратковременно инвертор способен выдерживать большие токи. Обычно допускается перегрузка около 50-150 % на несколько миллисекунд и около 10-50 % на несколько секунд или десятков секунд.

Классическая схема двойного преобразования VFI

- Тиристорный ключ (электронный байпас)
 - Практически любому потребителю электроэнергии известно такое явление, как стартовый ток. Под этим понимается ток, возникающий при включении потребителя электроэнергии в отличие от тока на установившемся режиме работы.
 - Для компьютеров и других часто питаемых от **ИБП** устройств характерен довольно большой стартовый ток. При каждом включении компьютер потребляет в несколько раз больший ток, чем после запуска (как мы увидим далее, стартовый ток легко может превысить номинальный ток в 10 раз).
 - Таким образом при запуске потребителей, мощность которых составляет хотя бы 10 % номинальной мощности **ИБП**, возможна перегрузка инвертора. Если перегрузка возникла, **ИБП** для предохранения своего инвертора от перегрузки переключается на работу через байпас. Через несколько секунд **ИБП** снова переключается на работу от инвертора. Этот режим работы предохраняет инвертор от выхода из строя и увеличивает общую надежность компьютерной системы, защищенной с помощью **ИБП** с двойным преобразованием энергии..

Классическая схема двойного преобразования VFI

● Батарея

- Батарея **ИБП** с двойным преобразованием не имеет никаких отличий от батарей **ИБП** других типов.
- Все силовые элементы **ИБП** с двойным преобразованием энергии работают под нагрузкой все время, пока **ИБП** включен (в отличие, например, от инвертора и выпрямителя **ИБП** с переключением, которые простаивают, пока **ИБП** работает от сети). Поэтому все полупроводники и другие силовые элементы **ИБП** с двойным преобразованием рассчитаны на длительную работу по полной нагрузкой.
- Для **ИБП**, построенных по классической схеме двойного преобразования, характерна возможность, подключать к нему дополнительные аккумуляторы для увеличения длительности работы от батареи, не внося значительных изменений в **ИБП**.

ИБП с тройным преобразованием/ без трансформаторный

- Общее описание работы ИБП с тройным преобразованием
 - Общее описание работы аналогично описанию работы классической схемы двойного преобразования.

◆ Выпрямитель

- > Выпрямитель **ИБП** с тройным преобразованием должен иметь мощность, достаточную для двух его основных функций. Его максимальный выходной ток должен быть не меньше суммы максимального входного тока инвертора и максимального зарядного тока батареи.
- > Заряд батарей в данных ИБП осуществляется с помощью специального зарядного устройства. Использование зарядного устройства позволяет более точно управлять зарядным напряжением на батареях без изменения постоянного напряжения после выпрямителя.

◆ Преобразователь постоянного напряжения

- > Данное устройство преобразует постоянное напряжение после выпрямителя в более высокое постоянное напряжение. Иногда данный преобразователь называю «бустер» или «чоппер».
- > В схеме тройного преобразования энергии могут применяться как регулируемые тиристорные выпрямители, так и диодный мост.

ИБП с тройным преобразованием

● Преимущества

- За счет использования преобразования постоянного напряжения и повышения уровня постоянного напряжения есть возможность отказаться от трансформатора на выходе инвертора, что значительно экономит место для размещения ИБП, а также уменьшает стоимость ИБП.
- Позволяет использовать отдельное зарядное устройство для контроля заряда батарей без изменения постоянного напряжения на входе инвертора.

◆ Недостатки

- > Повышение постоянного напряжения приводит к более сложным техническим решениям и требует более аккуратного подхода к элементной базе на шине постоянного напряжения.
- > Необходимость контроля за нулевой точкой. У некоторых ИБП нет возможности работы с нагрузкой с постоянной составляющей.
- > Нет гальванической развязки между входом и выходом.
- > Необходимость использования дополнительного трансформатора при организации новой системы электроснабжения.
- > Наличие специального тиристора, который подключает батареи к шине постоянного напряжения.

ИБП с транзисторным выпрямителем

- Общее описание работы ИБП с транзисторным выпрямителем
 - Общее описание работы аналогично описанию работы классической схемы двойного преобразования.

◆ Выпрямитель и зарядное устройство

- > Транзисторный выпрямитель ИБП с должен иметь мощность, достаточную для одной его основной функции. Его максимальный выходной ток должен быть не меньше максимального входного тока инвертора.
- > Заряд батарей в данных ИБП осуществляется с помощью специального зарядного устройства. Использование зарядного устройства позволяет более точно управлять зарядным напряжением на батареях без изменения постоянного напряжения после выпрямителя. Это позволяет осуществлять постоянную проверку аккумуляторных батарей и выдавать предупреждение о любых возможных неисправностях батарей. Возможность замены батарей до проявления неисправности.
- > Повышение уровня постоянного напряжения происходит с помощью выпрямителя, то есть в одном устройстве выполнены функции выпрямителя и преобразователя.
- > Также как и схеме с тройным преобразованием существует тиристорный ключ (тиристор) для подключения батарей к питанию нагрузки ИБП, что теоретически может привести к сбою в питании нагрузки.

ИБП с двойным преобразованием

- КПД ИБП с двойным преобразованием
 - ИБП с двойным преобразованием энергии имеют не слишком высокий КПД, по сравнению с ИБП других типов. Тем не менее, их КПД довольно велик. Он составляет примерно от 89% до 94% при полной или близкой к полной мощности. При уменьшении мощности КПД уменьшается.
 - Исходя из КПД, можно оценить максимальное тепловыделение ИБП. Оно примерно равно 10 % от номинальной мощности ИБП. Тепловыделение ИБП должно учитываться при расчете теплового режима помещения, где установлены ИБП. Приведенная выше величина КПД не учитывает использования части входной мощности для заряда батареи.

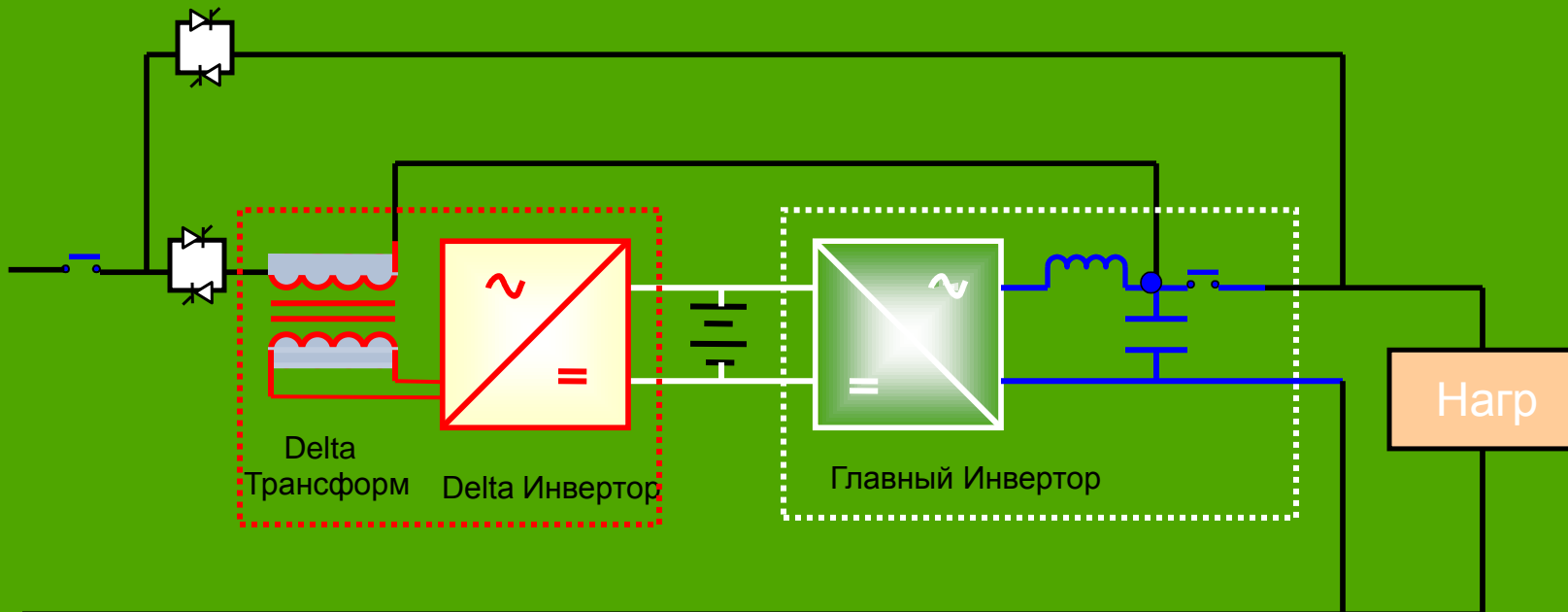
ИБП с двойным преобразованием

- Преимущества ИБП с двойным преобразованием
 - Хорошая защита от шумов и наносекундных импульсов.
 - Очень хорошая защита от искажений формы кривой напряжения и микросекундных импульсов.
 - Возможность работы в сетях с нестабильной частотой.
 - Самая лучшая плавная стабилизация напряжения с высокой точностью.
 - Возможность наращивания батареи практически для всех моделей **ИБП**.

◆ Недостатки ИБП с двойным преобразованием

- > Более высокая цена, по сравнению с другими типами ИБП (особенно для **ИБП малой мощности**).
- > Повышенное тепловыделение, по сравнению с другими типами ИБП.

ДЕЛЬТА преобразование



ИБП работает на разницу между входным и выходным напряжением
Преобразование из переменного тока в постоянный и обратно
происходит не всей мощности, а только той её части ,
которую необходимо компенсировать