

## ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ




---

---

---

---

---

---

---

---

## ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ

### 2. Системы электропитания ответственных потребителей

#### 2.1. Общие сведения

**Система бесперебойного электропитания (СБЭП)** – автоматическое устройство, обеспечивающее нормальное питание нагрузки при полном обесточивании внешней электросети в результате аварии или недопустимо высоком отклонении параметров сетевого напряжения от номинальных значений.

**Источник бесперебойного питания (ИБП)** – устройство, использующее для аварийного питания нагрузки энергию аккумуляторных батарей.

---

---

---

---

---

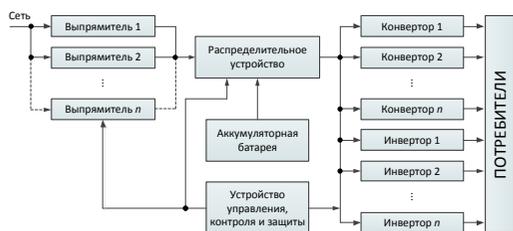
---

---

---

## ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ

### Система электропитания потребителей постоянного и переменного тока




---

---

---

---

---

---

---

---

ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ

**Выпрямитель** – устройство, преобразующее переменное напряжение электросети в постоянное.

Однофазные ИБП оснащаются двух- или четырехполупериодными выпрямителями, а трехфазные ИБП – шести- или двенадцатиполупериодными.

**Инвертор** – устройство, преобразующее постоянное напряжение в переменное.

В зависимости от используемого принципа преобразования различают три основных типа инверторов: инверторы, генерирующие напряжение прямоугольной формы, инверторы с пошаговой аппроксимацией и инверторы с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ). Последние обеспечивают наиболее близкую к гармонической форму выходного напряжения.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ

**Конвертор** («DC-DC»-преобразователь) – преобразователь постоянного напряжения одного уровня в постоянное напряжение другого уровня.

**Электрический аккумулятор** – химический источник тока многоразового действия (в отличие от гальванического элемента, химические реакции, непосредственно превращаемые в электрическую энергию в них, многократно обратимы). Электрические аккумуляторы используются для накопления энергии и автономного питания различных устройств.

**Аккумуляторная батарея** – батарея аккумуляторов, соединенных между собой в одном изделии. Аккумуляторная батарея служит источником постоянного тока.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ

## 2.2. Типы источников бесперебойного питания

Источники бесперебойного питания можно разделить на типы:

- ✓ ИБП резервного типа;
- ✓ Линейно-интерактивный ИБП;
- ✓ ИБП с двойным преобразованием энергии;
- ✓ ИБП феррорезонансного типа;
- ✓ ИБП с дельта-преобразованием.

### 2.2.1. ИБП резервного типа

**ИБП резервного типа (Off-Line)** – ИБП, выполненный по схеме с коммутирующим устройством, которое в нормальном режиме работы обеспечивает подключение нагрузки непосредственно к внешней питающей электросети, а в аварийном переводит ее на питание от аккумуляторных батарей.

---

---

---

---

---

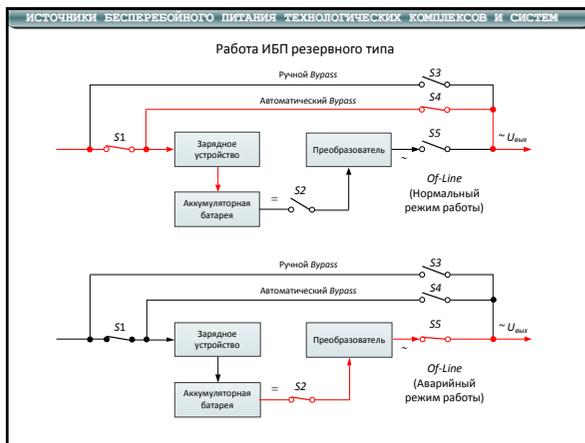
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕВОЙНОГО ПИТАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ**

**Нормальный режим работы ИБП (работа от сети)** – режим работы ИБП, при котором нагрузка питается за счет энергии, отбираемой из электросети, а аккумуляторные батареи отключены или подзаряжаются.

**Аварийный (автономный) режим работы ИБП (работа от батареи)** – режим работы ИБП, при котором нагрузка питается энергией аккумуляторных батарей, преобразованной в переменное напряжение.

**Вурасс («обвод»)** – режим питания нагрузки отфильтрованным напряжением электросети в обход основной схемы ИБП.

Достоинством ИБП резервного типа является его простота и, как следствие, невысокая стоимость.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕВОЙНОГО ПИТАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ**

Недостатки ИБП резервного типа:

1. Во время работы от сети ИБП обеспечивает защиту только от слабых возмущений электрической сети. Эта особенность ИБП резервного типа делает возможным их применение только в условиях "хорошей" электрической сети, в которой время от времени случаются отключения электропитания.
2. ИБП имеет ненулевое время переключения (~ 4 мс) на питание от батарей и более интенсивная их эксплуатация, так как источник переводится в аварийный режим при любых неполадках в электросети.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Недостатки ИБП резервного типа:

3. Не следует использовать такие ИБП при работе в условиях промышленного предприятия или в других случаях, когда в единую электрическую сеть включены компьютеры и мощное промышленное оборудование (станки, лифты, даже большие копировальные аппараты).

4. Из-за несинусоидальности выходного сигнала и наличия разрыва электропитания, при переключении ИБП с режима работы от батареи на режим работы от сети всегда наблюдается не слишком гладкий переходный процесс.

---

---

---

---

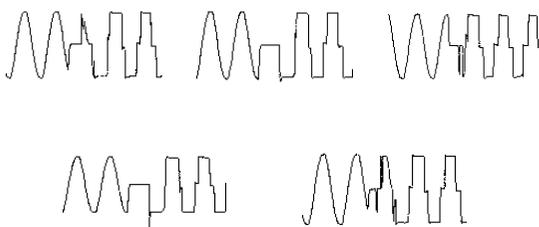
---

---

---

---

Переключение ИБП резервного типа от режима работы от сети на режим работы от батареи




---

---

---

---

---

---

---

---

### 2.2.2. Линейно-интерактивный ИБП

**Линейно-интерактивный ИБП (Line-Interactive)** – ИБП, выполненный по схеме с коммутирующим устройством (*Off-Line*), дополненной стабилизатором напряжения (бустером) на основе автотрансформатора с переключаемыми обмотками.

**Бустер (booster)** – автоматический регулятор напряжения, построенный на основе автотрансформатора с переключаемыми обмотками.




---

---

---

---

---

---

---

---



Недостатки линейно-интерактивного ИБП:

- ✓ Как и ИБП резервного типа, линейно-интерактивные ИБП обеспечивают только слабую защиту от импульсов и шумов. Если в электрической сети возможно появление сильных шумов, импульсов, искажений формы или скачков напряжения, приходится использовать ИБП других типов.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### 2.2.3. ИБП с двойным преобразованием энергии

**ИБП с двойным преобразованием энергии (On-Line)** – ИБП, в котором поступающее на вход переменное сетевое напряжение сначала преобразуется выпрямителем в постоянное, а затем с помощью инвертора снова в переменное.

Аккумуляторная батарея постоянно подключена к выходу выпрямителя и входу инвертора и питает последний в аварийном режиме.

ИБП с двойным преобразованием энергии обладает наиболее совершенной технологией по обеспечению качественной электроэнергии в питании нагрузки при переходе с сетевого режима на автономный режим, и наоборот.

---

---

---

---

---

---

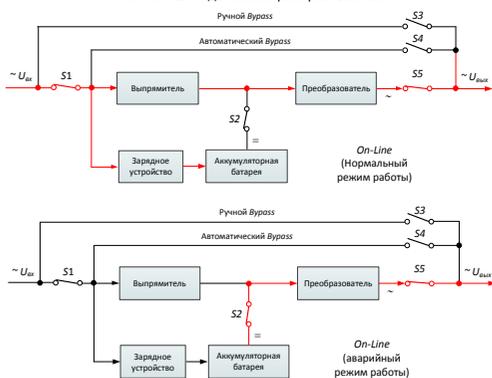
---

---

---

---

#### Работа ИБП с двойным преобразованием




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ

В зависимости от состояния сети и величины нагрузки, ИБП с двойным преобразованием может работать в различных режимах: сетевом, автономном, Байпас и других.

При наличии сетевого напряжения в пределах допустимого отклонения, и нагрузки, не превышающей максимально допустимую, ИБП работает в сетевом режиме. При этом режиме осуществляется:

- ✓ фильтрация импульсных и высокочастотных сетевых помех;
- ✓ преобразование энергии переменного тока сети в энергию постоянного тока с помощью выпрямителя и схемы коррекции коэффициента мощности;
- ✓ преобразование с помощью инвертора энергии постоянного тока в энергию переменного тока со стабильными параметрами;
- ✓ подзаряд АБ с помощью зарядного устройства.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ

Достоинства ИБП с двойным преобразованием:

- ✓ Хорошая защита от шумов и наносекундных импульсов;
- ✓ Нулевое время переключения в аварийный режим без возникновения переходных процессов на выходе устройства;
- ✓ 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 (кроме феррорезонансной);
- ✓ Повышенное тепловыделение, по сравнению с другими типами ИБП (кроме феррорезонансной).

---

---

---

---

---

---

---

---

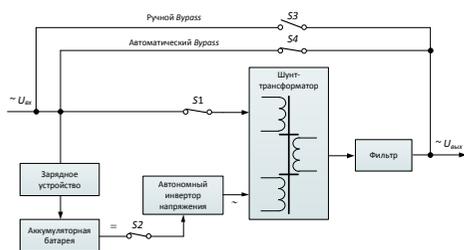
---

---

ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ

### 2.2.4. ИБП феррорезонансного типа

Структура ИБП феррорезонансного типа




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



### 2.3. Резервирование в ИБП

По способу резервирования рассмотренные выше ИБП подразделяются на:

- нерезервированные;
- с резервом от сети (с сетевым обводом) или байпасной сетью;
- с резервным преобразователем.

В нерезервированных ИБП потребители постоянно получают питание от силового преобразователя (СП).

Надежность системы в основном определяется надежностью преобразователя.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

В ИБП с сетевым обводом (байпас) в нормальном режиме потребители также получают питание от СП.

При аварии в СП потребители отключаются от него и подключаются непосредственно к основной сети.

Резервирование СП осуществляется с целью повышения надежности электроснабжения и наиболее распространено в нерезервированных системах.

По способу резервирования СП ИБП подразделяются на *системы с резервированием замещением* и *с постоянным резервированием (системы с избыточностью)*.

По степени резервирования СП системы могут быть с *однократным* и *многократным* резервом.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

В системах с замещением один СП является основным, а другой – резервным и работает в режиме холостого хода, либо находится в выключенном состоянии (холодный резерв).

Недостаток системы – наличие двух или более СП, каждый из которых рассчитывается на полную мощность. Это увеличивает массогабаритные показатели ИБП и ведет к ее удорожанию.

Кроме того, независимо от способа резервирования системы при переключении с основного СП на резервный неизбежен перерыв в питании потребителей.

---

---

---

---

---

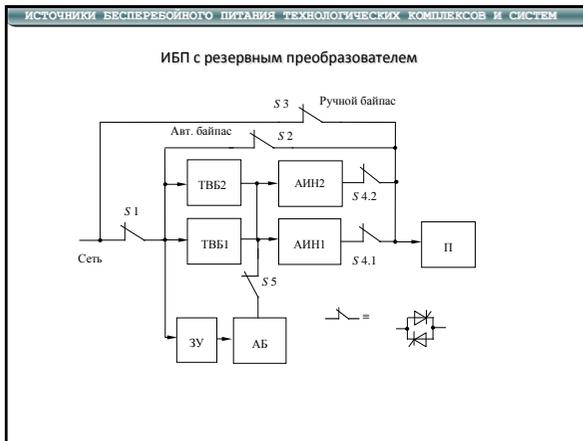
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ

Нерезервированная ИБП с избыточностью чаще состоит из двух или трех АИН, один из которых является резервным (избыточным). Отсюда известно иное обозначение таких систем – «N+1».

В ИБП с избыточностью все СП работают параллельно, при этом система рассчитывается так, чтобы при выходе из строя одного или всех резервных СП мощность остальных была достаточна для питания потребителей.

Недостатки систем с избыточностью – высокая стоимость и сложность из-за необходимости осуществления параллельной работы.

Тем не менее системы с избыточностью являются *единственно подходящими для питания ответственных потребителей, не допускающих никаких перерывов в питании и предъявляющих повышенные требования к надежности.*

---

---

---

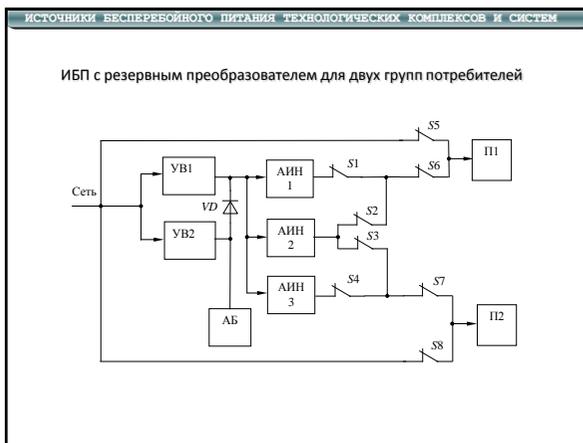
---

---

---

---

---




---

---

---

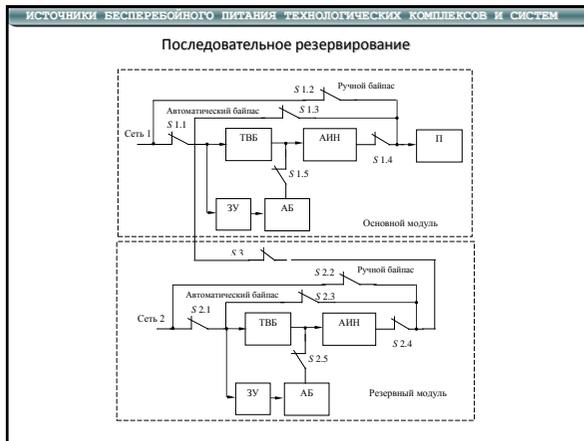
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---