

Сравнение статических и динамических ИБП

Информационная статья № 92

Версия 2

Автор: Карл Коттули

>Краткая сводка

Специалистам часто бывает сложно разобраться, какие ИБП следует использовать в центрах обработки данных — статические или динамические. В данной статье рассматривается архитектура статических и динамических ИБП, их сходства и различия, а также анализируются сильные и слабые стороны каждого из этих типов ИБП при использовании в центрах обработки данных.

Содержание

Щелкните название раздела, чтобы перейти к нему

Введение	2
Вопросы КПД	2
Определение статического и динамического ИБП	4
Типы динамических ИБП	6
Практическое применение в центре обработки данных	8
Характеристики динамических и статических ИБП	8
Заключение	14
Ресурсы	15

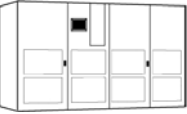
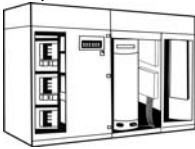

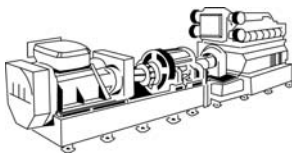

Введение

Имеющаяся в открытом доступе информация о статических и динамических ИБП в массе своей является технически сложной и трудной для восприятия. К счастью, существует немало исследований на эту тему, и в данной статье мы попытаемся представить эти технологии в более понятном виде.

Существует огромное многообразие ИБП, различающихся физическими размерами, весом, конструктивным решением (автономные или для установки в стойку), мощностью, поддерживаемым входным источником электроэнергии (однофазным или трехфазным), конструкцией и ценой. В настоящей статье рассматриваются и сравниваются только трехфазные статические и динамические ИБП, обеспечивающие питание центров обработки данных. В **таблице 1** перечислены некоторые распространенные типы архитектуры статических и динамических ИБП.

Таблица 1

Сравнение архитектур статических и динамических ИБП

Статические	Отличительные черты	Динамические	Отличительные черты
ИБП с двойным преобразованием 	<ul style="list-style-type: none"> • Более 90% установленных 3-фазных ИБП • Широкий диапазон поддерживаемой нагрузки (10 кВт – 1,6 мВт) • Типичное время автономной работы от 5 до 15 минут 	Генераторные / аккумуляторные ИБП 	<ul style="list-style-type: none"> • Компактная конструкция с вертикальным мотором-генератором • Выдача электропитания через мотор-генератор • Механические компоненты / выше расходы на обслуживание
ИБП с дельта-преобразованием 	<ul style="list-style-type: none"> • Самый высокий КПД • Модульные/масштабируемые • Электрические компоненты / ниже расходы на обслуживание 	ИБП с силовым модулем 	<ul style="list-style-type: none"> • Встроенный или подключенный дизельный генератор • Механические компоненты / выше расходы на обслуживание • Одно устройство поддерживает самую большую нагрузку (более 1 мВт)
ИБП с маховиком-генератором 	<ul style="list-style-type: none"> • Без батарей • Типичное время автономной работы от 15 до 30 секунд • Менее 3% установленных 3-фазных ИБП • Выдача электроэнергии через инвертор 		

Вопросы КПД

Прежде чем говорить о коэффициенте полезного действия ИБП, необходимо определиться, что вкладывается в понятие КПД. КПД источника бесперебойного питания должен определяться таким же образом, как и КПД центра обработки данных в целом. КПД центра обработки данных выражается в виде отношения общей входной мощности ЦОД к мощности ИТ-нагрузки (подробнее см. в *информационной статье № 154 «Измерение электрического КПД центров обработки данных»*). Единица измерения КПД центра обработки данных называется «эффективность использования энергии» (*Power Usage Effectiveness — PUE*). Чем больше PUE, тем ниже КПД. Идеальный КПД равен 1. Если речь идет о PUE, в центрах обработки данных учитывается только энергия, реально поступающая на ИТ-нагрузку. Прочая энергия, считающаяся в рамках этого исследования потерянной, включает выделение тепла при прохождении



См. также
Информационную
статью № 154

«Измерение электрического КПД центров обработки данных»

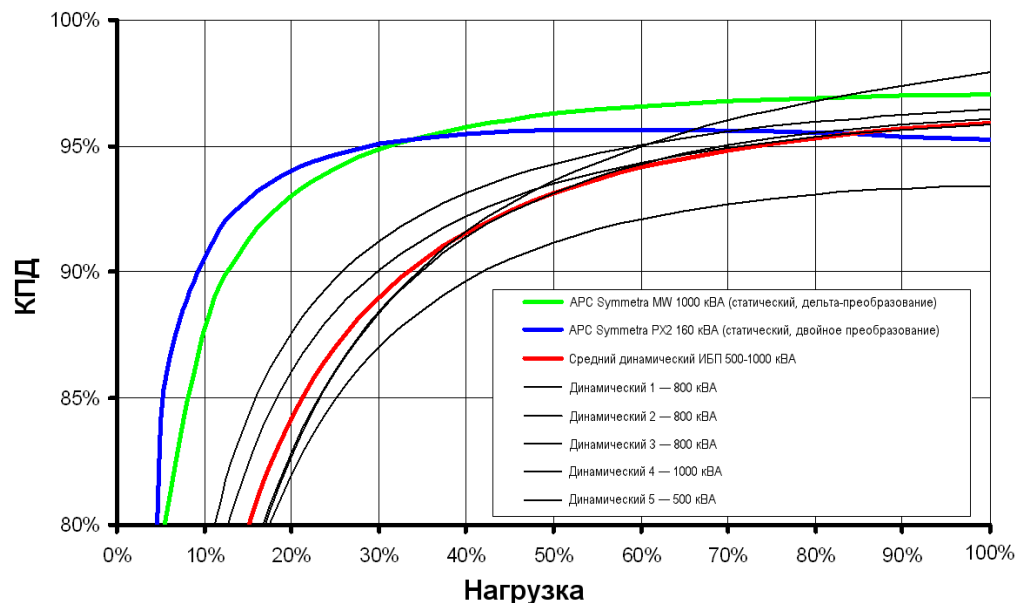
через устройства, а также ВСЮ электроэнергию, потребляемую вспомогательной (параллельной) инфраструктурой. Это справедливо с точки зрения повышения КПД, который можно увеличивать за счет совершенствования конструкции устройств или использования новых технологий, таких как «бесплатное» охлаждение.

На **рисунке 1** приведены графики КПД современных статических и динамических ИБП. При анализе и сравнении этих графиков необходимо учитывать следующие особенности:

- ИБП в центрах обработки данных практически никогда не работают с нагрузкой в 100 %;
- большинство ИБП работают с нагрузкой менее 80 %, чаще всего — в районе 45-55 %;
- если в ЦОД используются ИБП с резервированием, каждый из них обычно работает с нагрузкой от 30 до 50 %.

Рисунок 1

Сравнение КПД статических и динамических ИБП



По графикам на рисунке 1 видно, что ИБП с любой из двух статических топологий имеют более высокий КПД, чем их динамические аналоги. Это преимущество проявляется во всем рабочем диапазоне, но оно особенно велико при нагрузке менее 50 %. По форме графиков можно прийти к выводу, что у динамических ИБП выше постоянные потери. В частности, постоянные потери динамических ИБП включают в себя электроэнергию, потребляемую элементами управления, маховиками и разгонными двигателями, используемыми в статических ИБП при нулевой нагрузке, а также энергию, расходуемую на предварительный подогрев масла и охлаждающей жидкости двигателя. Свой вклад в снижение общего КПД вносят и потери, связанные с трением и сопротивлением воздуха. Все это — так называемые «потери холостого хода», к которым относится энергия, необходимая для поддержания работы двигателя или вращения маховика.

Рассмотрим, как такая форма графиков КПД статических и динамических ИБП сказывается на расходах на энергию и охрану окружающей среды. Предположим, что статический ИБП с двойным преобразованием (зеленый график на **рисунке 1**) и средний динамический ИБП (красный график на **рисунке 1**) работают с нагрузкой в 35 % (обычный уровень нагрузки, в типовой системе с резервированием ИБП по схеме 2N). При нагрузке в 35 % КПД статического ИБП с двойным преобразованием составляет 95 % (потери — 5 %). КПД динамического ИБП составляет 90 % (10 %

потерь). Предположим, что каждый ИБП поддерживает нагрузку мощностью в 2 мВт (2000 кВт), а средняя стоимость электроэнергии в течение 10-летнего срока службы составляет 0,13 доллара за киловатт.

Расчеты потерь для статического ИБП

(Примечание: для обеспечения работы ИТ-нагрузки мощностью в 2000 кВт при КПД в 95 % данный ИБП должен получать из электрической сети 2105 кВт.)

2105 кВт (электропитание, необходимое для работы нагрузки) x 0,05 (потери КПД) = 105 кВт (потери)

105 кВт x 8760 часов = 919 800 киловатт-часов в год

919 800 киловатт-часов в год x 10 лет = 9 198 000 киловатт-часов в течение срока службы

9 198 000 киловатт-часов x 0,13 доллара (предполагаемая стоимость киловатт-часа электроэнергии) = **1 195 740** долларов потерь

Расчеты потерь для динамического ИБП

(Примечание: для обеспечения работы ИТ-нагрузки мощностью 2000 кВт при КПД в 90 % данный ИБП должен получать из электрической сети 2222 кВт.)

2222 кВт (нагрузка) x 0,10 (потери КПД) = 222 кВт (потери)

222 кВт x 8760 часов = 1 944 720 киловатт-часов в год

1 944 720 киловатт-часов в год x 10 лет = 19 447 200 киловатт-часов в течение срока службы

19 447 200 киловатт-часов x 0,13 доллара (предполагаемая стоимость киловатт-часа электроэнергии) = **2 528 136** долларов потерь

Каждому ватту энергии на объекте соответствует ватт рассеиваемого тепла, которое необходимо отводить. Поэтому при оценке долгосрочных затрат нужно также принимать во внимание расходы на охлаждение. В зависимости от типа установленного ИБП можно использовать различные методы охлаждения. Для охлаждения статических ИБП и динамических ИБП с мотором-генератором или батареями часто используются кондиционеры воздуха компьютерных залов и водяные или воздушные теплообменники. При использовании динамических ИБП с двигателем для отвода тепла необходимо наличие системы вытяжных отверстий и вентиляторов. Какой бы метод ни использовался, отвод тепла связан с затратами на электроэнергию, величина которых также зависит от КПД источника бесперебойного питания.

В приведенных выше примерах чистая разница в течение десятилетнего периода работы составляет 1 332 396 долларов в пользу статического ИБП (2 528 136 – 1 195 740). При сравнении статического и динамического ИБП, из нашего примера, чистую разницу в расходах с учетом охлаждения пришлось бы удвоить. Таким образом, общая разница в размере потерь составила бы **2 664 792** доллара. Использование статического ИБП также позволяет уменьшить выбросы углерода на **12 298** тонн (за счет меньшего потребления электроэнергии и охлаждения), что соответствует уменьшению количества автомобилей на дорогах на **2705**.

Статический ИБП называется «статическим», поскольку в его силовом модуле отсутствуют движущиеся детали (хотя в нем имеются вспомогательные движущиеся детали, в частности, вентиляторы). Типичный статический ИБП состоит из компонентов, изо-

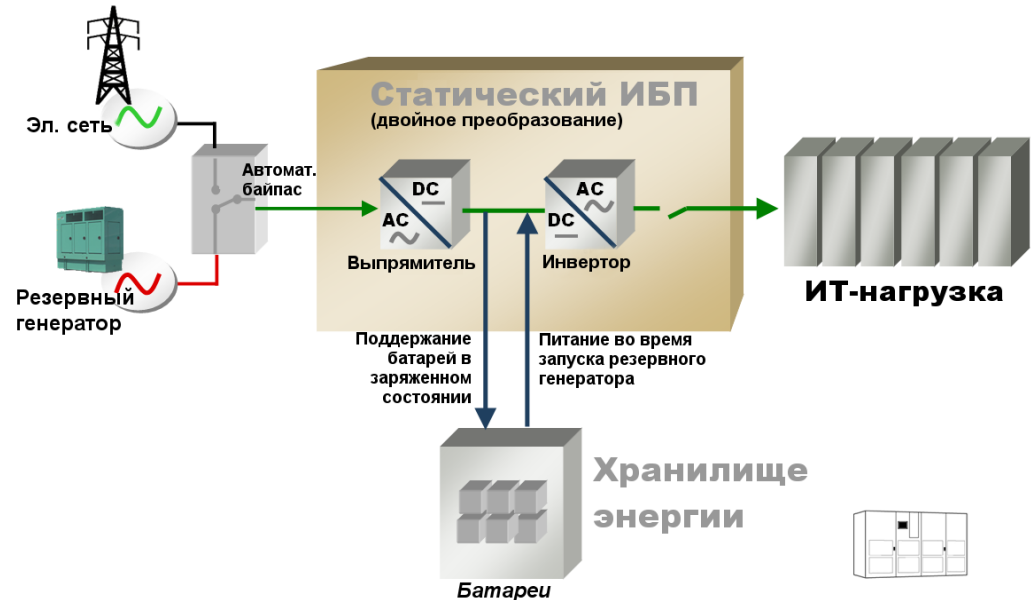
браженных на **рисунке 2**. Показана топология с двойным преобразованием, поскольку такая конструкция является наиболее распространенной.

Выпрямитель в статическом ИБП преобразует поступающий из электрической сети переменный ток в постоянный, а затем инвертор преобразует постоянный ток обратно в переменный с чистой синусоидальной формой сигнала, используемый для питания нагрузки. При любой внутренней топологии в таком ИБП есть место, где постоянный ток взаимодействует с «хранилищем энергии» — обычно это батареи, и в этом случае происходит их зарядка, а при отключении электрической сети или изменении ее характеристик, батареи служат в качестве источника питания.

Трехфазный статический ИБП центра обработки данных обычно обеспечивает от 5 до 30 минут работы от батарей (продолжительность этого времени может сильно варьироваться для разных систем). Время автономной работы рассчитывается с учетом номинала и важности нагрузки и емкости батарей. Статические ИБП на аккумуляторных батареях, обычно имеют достаточное время автономной работы, чтобы поддерживать нагрузку в периоды отключений или помех в электросети в течение времени, необходимого для переключения с питания от электрической сети на резервный генератор.

Рисунок 2

В статическом ИБП для хранения энергии используются батареи



См. также
Информационную
статью № 1

«Различные типы систем
бесперебойного питания»

Если генератор не включается, емкости батарей и технических интеллектуальных возможностей ИБП должно хватить, чтобы завершить работу нагрузки. Не все статические ИБП устроены так, как показано на **рисунке 2**. Дополнительные сведения о различных топологиях статических ИБП (включая модели с двойным преобразованием и дельта-преобразованием) см. в информационной статье № 1 «Различные типы систем бесперебойного питания».

Динамические ИБП

Динамическая технология используется уже много лет. Она стала популярной, когда нагрузка имела низкий коэффициент мощности (результатом этого становились большие потери в системе распределения питания и, как следствие, рост расходов на электроэнергию) и высокий коэффициент гармонических искажений (что приводило к уменьшению сроков службы трансформаторов и конденсаторов). При включении мощных моторов и в других подобных случаях пользователи наблюдали мерцание

лампочек, вызванное провалами и кратковременными падениями напряжения. Такие характеристики нагрузки плохо сказывались на стабильности электронных компонентов нагрузки, подключенной к этой электрической сети.

Для решения этих проблем начали использовать компенсационные установки и устройства защиты от электрических помех по питанию. Они стали предшественниками современных динамических ИБП. Со временем к компенсационным установкам стали добавлять моторы-генераторы, инверторы и выпрямители. Затем к ним добавились батареи и маховики, выступавшие в качестве хранилищ энергии, и появились современные динамические ИБП.

Рисунок 3

Статический ИБП, использующий для хранения энергии маховик



Характеристики нагрузки в центрах обработки данных эволюционировали в течение трех последних десятилетий. В последние несколько лет электронное оборудование, размещаемое в центрах обработки данных, содержит системы коррекции коэффициента мощности. Кроме того, произошло резкое повышение КПД и фильтрующих возможностей статических ИБП. В них стали использоваться биполярные транзисторы с изолированным затвором (БТИЗ), позволяющие подавать на нагрузку выходной сигнал чистой синусоидальной формы. По иронии судьбы причины, благодаря которым динамические ИБП стали конкурентоспособным решением (нагрузка со слабой корректировкой коэффициента мощности, большие гармонические искажения), в большинстве современных центров обработки данных более не являются актуальными.

Динамические ИБП называются «динамическими», поскольку для передачи питания на нагрузку в ИБП используются вращающиеся компоненты (например, мотор-генератор). Определение динамического (ротационного) ИБП звучит следующим образом: это любой ИБП, выходной синусоидальный сигнал которого получается при помощи ротационного генератора. Согласно этому определению ИБП на **рисунке 3** не является динамическим, хотя в нем и используется вращающийся маховик в качестве временного хранилища энергии на случай сбоя в электросети. Согласно данным исследовательской компании Frost & Sullivan, на долю маховиковых ИБП приходится менее трех процентов рынка ИБП¹. Подавляющее большинство установленных ИБП используют в качестве основного хранилища энергии батареи.

¹ Frost & Sullivan, *World Flywheel UPS Markets («Мировые рынки маховиковых ИБП») F308-27*, август 2005, страница 1-1

Типы динамических ИБП

Динамические ИБП с мотором-генератором и батареей

Если качество электропитания (напряжение и частота) в сети общего пользования является приемлемым, мотор динамического ИБП работает непосредственно от сети. Этот мотор передает механическую энергию на генератор мотора-генератора (см. **рисунок 4**), подающий чистое синусоидальное питание на ответственную нагрузку. При стабильных характеристиках электрической сети общего пользования выпрямитель / инвертор находится в режиме ожидания. Это означает, что выпрямитель работает в режиме подзарядки батарей (батареи заряжаются).

Если напряжение электрической сети и ее частота выходят за пределы заданных значений, выпрямитель / инвертор начинает подавать электропитание на мотор, напрямую соединенный с генератором, поддерживающим ответственную нагрузку. При полном отключении электроэнергии батарея через инвертор подает необходимую энергию на мотор-генератор, обеспечивающий поддержку нагрузки. Накопленная в батареях энергия обеспечивает работу нагрузки, пока резервный генератор (не входящий в состав ИБП) не начнет работать на полную мощность.

Рисунок 4

Динамический ИБП с мотором-генератором и батареей

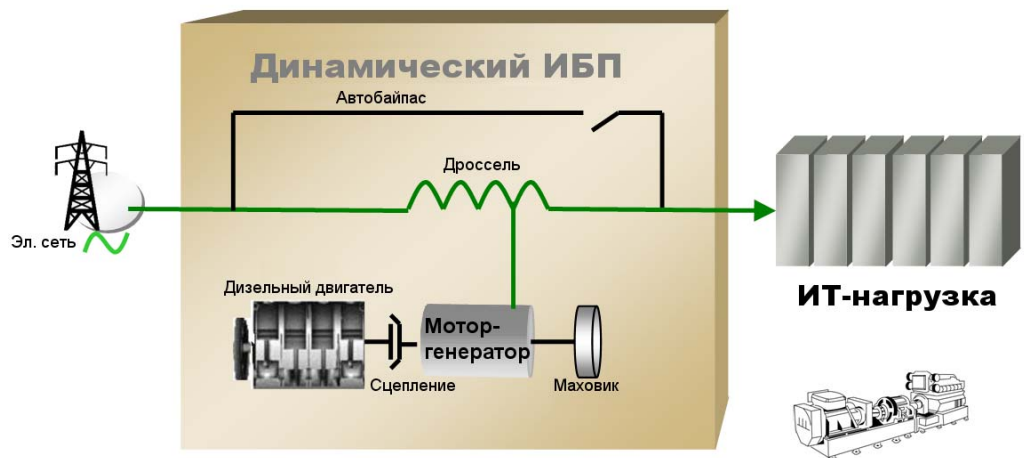


Динамический ИБП с двигателем

Динамический ИБП с двигателем содержит следующие основные компоненты: мотор-генератор, дроссель, маховик, механическую муфту сцепления и дизельный двигатель. В нормальном режиме работы электроэнергия из сети общего пользования поступает на ответственную нагрузку через фильтр (состоящий из дросселя и мотора). Этот же мотор обеспечивает необходимым питанием маховик, накапливающий кинетическую энергию на случай сбоя. При возникновении сбоя маховик подает энергию на мотор-генератор, который поддерживает нагрузку на протяжении нескольких секунд, пока не заработает на полную мощность дизельный двигатель. Затем включается сцепление, передающее механическую энергию на мотор-генератор, который обеспечивает бесперебойное питание нагрузки (см. **рисунок 5**).

Рисунок 5

Динамический ИБП с двигателем



Практическое применение в центре обработки данных

Динамические ИБП, в отличие от статических, занимают лишь небольшую нишу на мировом рынке ИБП. Согласно данным исследовательской компании IMS Research, на долю динамических ИБП в 2008 году приходилось только 4,3 % планируемого объема продаж. Оставшиеся 95,7 % рынка занимали статические ИБП. Основным потребителем динамических ИБП в это время был регион, объединяющий Европу, Ближний Восток и Африку (7,4 % от оборота на рынке ИБП, 2008), за ним следовали Северная и Южная Америка (4% от оборота на рынке ИБП) и Азия (1,7% от оборота).²

В центрах обработки данных на динамические ИБП также приходится лишь небольшая часть установленной базы: здесь доминируют статические ИБП, особенно когда речь идет об уровнях мощности до 500 кВт. Среди ИБП центров обработки данных с мощностью от 20 до 200 кВт динамические модели практически вообще не встречаются. В диапазоне от 200 до 500 кВт динамические ИБП и ИБП с маховиком начинают появляться в некоторых нишах (оборона, промышленность и пр.). В очень больших центрах обработки данных (площадь более 100 тысяч квадратных футов или 30 480 квадратных метров), где мощность варьируется от 500 кВт до мегаватт, используются как статические, так и динамические ИБП.

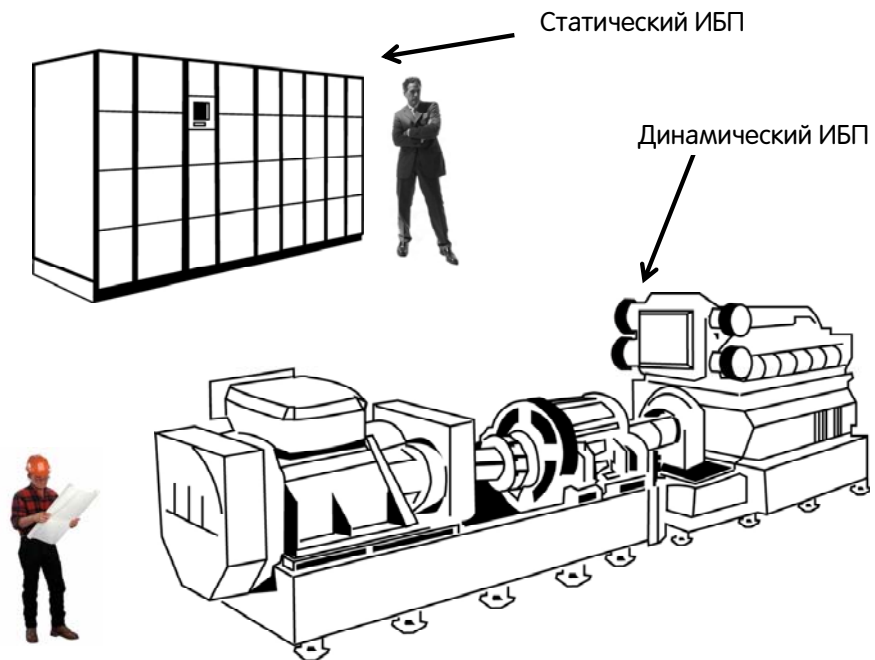
Динамические ИБП лучше всего подходят для использования в системах, для которых характерны многочисленные короткие броски тока. Например, это может быть система, где постоянно включаются-выключаются несколько моторов. Еще одним примером системы, в которой будут эффективны динамические ИБП, могут служить

² IMS Research, *The World Market for Uninterruptible Power Supplies («Мировой рынок источников бесперебойного питания»)*, сентябрь 2007, страница 66

спутниковые и вещательные станции, где часто и беспорядочно включаются и выключаются мощные усилители. Некоторые динамические ИБП также используются на объектах с высоким уровнем секретности (например, в военных системах, задачей которых является противодействие электронному прослушиванию) в качестве экономичной альтернативы фильтрам для подавления компрометирующих излучений.

Рисунок 6

Сравнение внешнего вида статического и динамического ИБП



Характеристики динамических и статических ИБП

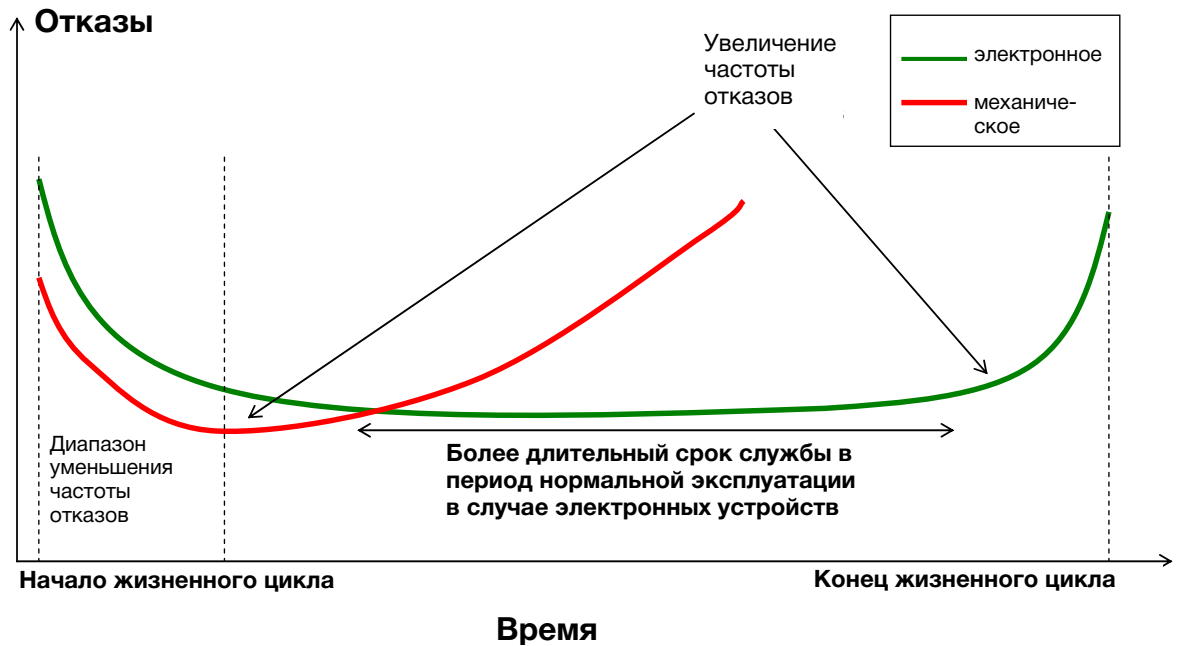
Хотя статические и динамические ИБП в конечном итоге выполняют одинаковые функции (фильтрация сетевого электропитания и питание нагрузки в случае перебоев в электроснабжении), существует ряд различий, связанных с их приобретением, установкой и эксплуатацией.

Капиталовложения — динамические ИБП представляют собой долгосрочные капиталовложения. Их конструкция обычно не бывает модульной. Приобретаемая система должна иметь избыточную мощность в расчете на будущий рост нагрузки. Фактически, решение с динамическим ИБП может потребовать на 40 % больше начальных капиталовложений, чем при использовании сравнимого статического ИБП. Статические ИБП являются более гибкими с точки зрения капиталовложений, позволяя добавлять модули по мере роста нагрузки.

Еще одним различием является величина расходов на дополнительное оборудование. Для отключения ИБП от источника питания и нагрузки на время технического обслуживания и ремонта необходим, как минимум, ручной переключатель байпаса. Эти переключатели встроены в статические ИБП, однако в случае динамических ИБП они представляют собой отдельные модули, требующие укладки дополнительных кабелей и вспомогательного оборудования. Следует также учитывать необходимость перестройки объектов. При использовании статических ИБП может потребоваться постройка отдельного помещения для батарей (если только вместо негерметичных или затопленных свинцово-кислотных батарей не используются свинцово-кислотные батареи с клапанным регулированием).

Рисунок 7

Сравнение профилей отказов механического и электронного оборудования



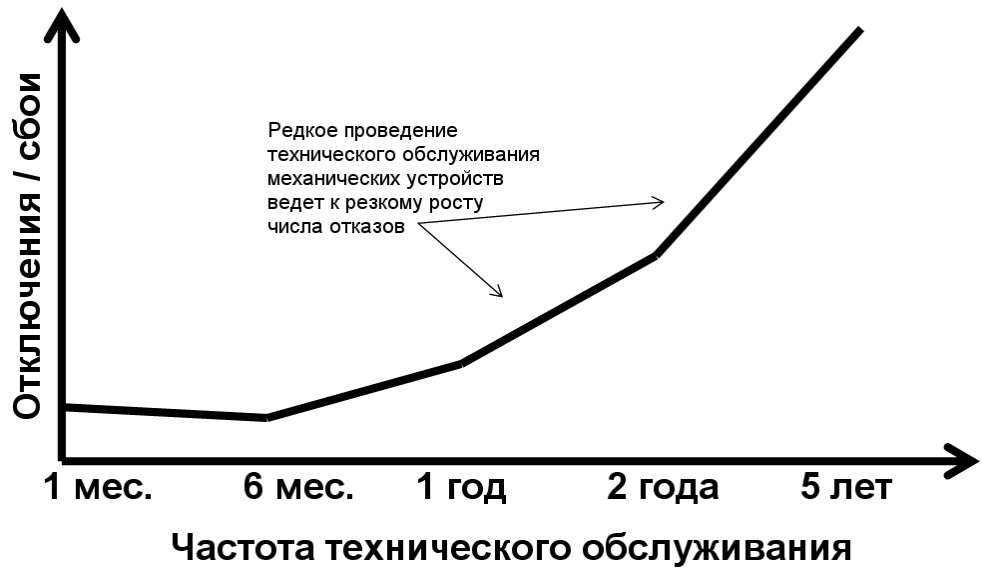
онного оборудования для очистки рабочих помещений от выделяемых газов. Для размещения дизельного динамического ИБП может понадобиться сооружение отдельного здания. В холодном климате при использовании динамических ИБП может возникнуть необходимость в системах поддержания температуры смазки и подогрева охлаждающей жидкости, а также жалюзи радиатора. При использовании статических ИБП имеется возможность их установки в залах центра обработки данных (где расположены стойки с серверами) или в подсобных помещениях для электрических панелей и прочего инфраструктурного оборудования. Более крупногабаритные динамические ИБП чаще всего располагаются на улице или в специально построенном зале или здании.

Техническое обслуживание — для поддержания заданного уровня готовности механического оборудования требуется больше усилий по техническому обслуживанию, чем при использовании электронного оборудования. Расписание технического обслуживания для механических устройств, к которым относятся и динамические ИБП, включает проверки со следующей периодичностью: еженедельные (температура обмоток и подшипников, батарея стартера дизельного двигателя, предварительный подогрев охлаждающей жидкости дизельного двигателя и т.д.), ежемесячные (износ угольных щеток, пробное переключение системы в режим аварийной работы и т.д.), ежегодные (включение байпаса, выключение ИБП, чистка ИБП, замена масла в сцеплении, проверка работы стабилизатора частоты и т.д.) и проводимые раз в пять лет (замена подшипников, проверка механизма свободного хода). Статические ИБП обычно требуют сервисной проверки один раз в год (периодичность зависит от условий работы).

Графики на **рисунке 7** иллюстрируют частоту отказов электронного оборудования (такого как статические ИБП) и механического оборудования (динамические ИБП). Сравнивая эти графики, легко понять, что электронное оборудование характеризуется более длительным сроком службы в период нормальной эксплуатации. Сама природа механического оборудования, содержащего движущиеся детали, предполагает, что эти детали придется чаще заменять. Кроме того, надежность механического устройства напрямую зависит от частоты его обслуживания (см. **рисунок 8**). Таким образом, совокупная стоимость владения для динамического ИБП увеличивается только при поддержании высокого уровня готовности.

Рисунок 8

Соотношение частоты технического обслуживания и отказов механического оборудования



Статические ИБП также требуют определенных затрат на техническое обслуживание. Время от времени может понадобиться замена плат и монтажных схем, кроме того, необходимо производить обслуживание батарей, обеспечивающих автономную работу ИБП. Стандарты IEEE для батарей содержат рекомендации по регулярной проверке (ежемесячной, ежеквартальной или ежегодной), периодической чистке, регулировке и проверке, мониторинге и подробном анализе и протоколировании. Затопленные или негерметичные свинцово-кислотные батареи требуют серьезного внимания к мониторингу и техническому обслуживанию. Свинцово-кислотные батареи с клапанным регулированием, заключенные в картриджи, предъявляют гораздо менее серьезные требования к техническому обслуживанию. Именно этот тип батарей чаще всего используется в статических ИБП.

Влияние на окружающую среду — статические ИБП устанавливаются в помещениях (часто — непосредственно в центре обработки данных), в то время как значительная часть динамических ИБП устанавливаются на улице или в специально построенных помещениях. Динамические ИБП отличаются намного более высоким уровнем шума, поскольку при любом выходе частоты за пределы 59,9 – 60,12 Гц (Америка) или 49,9 — 50,1 Гц (регион EMEA) включается дизель-генератор. Это происходит потому, что в динамических ИБП для хранения энергии часто используются маховики: цепочка батарей может обеспечить 5-15 и более минут автономной работы, тогда как маховик обычно обеспечивает лишь 8-10 секунд. Поэтому в динамическом ИБП с маховиком гораздо чаще будет включаться резервный генератор. Это может стать проблемой, поскольку во многих населенных пунктах действуют экологические нормы, ограничивающие разрешенное количество часов работы дизель-генератора в месяц.

Маховики и батареи выполняют одну функцию, поддерживая нагрузку до запуска генератора, однако более длительное время автономной работы батарей позволяет запрограммировать включение генератора только при определенной продолжительности перебоев в питании.

Маховиковые системы в большинстве случаев не дают такой возможности, и генератор приходится запускать при любом перебое, даже если он очень короткий. Это является недостатком, поскольку если генератор запущен, он должен работать в течение определенного минимального времени вне зависимости от того, сколько длится отключение электросети общего пользования. Включения генератора необходимо по возможности избегать (за исключением ежемесячных запусков в рамках технического обслуживания) из-за проблем, связанных с шумом и выхлопными газами.

Кроме того, с течением времени в выпускной камере дизельного двигателя работающего с малой нагрузкой динамического ИБП накапливаются отложения углерода. Из-за этого коленчатый вал будет выдавать меньшее число киловатт, если нагрузка на двигатель неожиданно вырастет.

Таблица 2

Данные выборки о среднем времени наработки на отказ компонентов ИБП

Компонент ИБП	Среднее время наработки на отказ (часов)
Выпрямитель / зарядное устройство	100 000
Батарея	120 000
Инвертор	70 000
Автоматический байпас (при нормальном использовании с невысокой нагрузкой)	475 000

Надежность — как статические, так и динамические ИБП отличаются достаточно высокой надежностью. Обычно рассматриваются два показателя: среднее время наработки на отказ и среднее время восстановления после отказа. Чем выше среднее время наработки на отказ, тем лучше (то есть, устройство, которое ломается после 20 тысяч часов работы, более надежно, чем то, которое ломается через 10 тысяч часов работы). В случае со временем восстановления после отказа лучшим является меньшее значение (устройство, ремонт которого занимает в среднем 4 часа, предпочтительнее сходного устройства, на ремонт которого требуется 8 часов). В **таблице 2** содержится список важнейших компонентов ИБП с примерами типичных значений времени наработки на отказ.

Связанные с ИБП элементы силовой цепи выходят из строя гораздо чаще, чем элементы в самом ИБП. При использовании как статических, так и динамических ИБП для поддержки нагрузки в течение длительных периодов времени используются дизель-генераторы. Однако динамические ИБП переключаются на работу от дизеля чаще ввиду меньшего времени работы за счет энергии, накопленной маховиком (или ввиду использования дизельного двигателя с сильной связью). Риск частого использования дизель-генераторов заключается в том, что, согласно стандарту IEEE 493, частота отказа дизель-генераторов составляет один случай на каждые 74 попытки запуска. Помимо проблемы, связанной с запуском генератора, нужно также рассчитать время, необходимое динамическому ИБП для достижения номинального крутящего момента (время, уходящее на достижение дизельным двигателем скорости, позволяющей обеспечить требуемую мотором-генератором мощность на валу). Во многих случаях для обеспечения полноценной выработки электроэнергии требуется более 15 секунд.

Существует множество причин, способных привести к отказу генераторов. В частности, они получают топливо из одного резервуара, и оно может оказаться загрязнен-

ным (например, в бак попадет вода), закончиться (например, если кто-нибудь забудет наполнить резервуары после тестирования) или подаваться в недостаточном количестве (не поступать в двигатель). Может отказать водяной подогреватель, поддерживающий температуру блока двигателя. Если генераторы расположены на расстоянии полутора метров друг от друга, возгорание одного может привести к выходу из строя обоих. Жалюзи для забора воздуха могут не открыться. Кроме того, если один из генераторов не запустится, практически неизбежна кратковременная перегрузка генераторной установки.

Безопасность — при работе с динамическими и статическими ИБП следует помнить о ряде мер безопасности. В случае статического ИБП необходимо уделять особое внимание батареям ИБП. Если используются затопленные или негерметичные батареи, нужно принять меры предосторожности, чтобы избежать скопления водорода в зале с батареями. При отсутствии должной вентиляции в помещении скапливаются большие объемы водорода, которые могут воспламениться и существенно повышают вероятность пожара.

Свинцово-кислотные батареи с клапанным регулированием или запечатанные картриджи с батареями, которые чаще всего используются со статическими ИБП, представляют гораздо меньшую опасность с точки зрения утечки водорода. В случае динамического ИБП необходимо принимать во внимание повышенный шум, токсичные пары дизельного топлива, опасность возгорания дизельного топлива, а также правильное укрытие вращающегося мотора-генератора.

Вес — статические и динамические ИБП имеют достаточно большой вес, поэтому перед их установкой может потребоваться укрепить полы. Динамические ИБП из-за своей тяжести часто устанавливаются в подвальных помещениях. В этом случае перед установкой необходимо оценить опасность затопления.

Выделение тепла и воздушные потоки — динамические ИБП выделяют больше тепла, чем статические, ввиду использования мотора-генератора. Если ИБП находится в помещении, для поддержания необходимой температуры необходимо рассмотреть вопрос о дополнительных устройствах охлаждения. Работа ИБП в неблагоприятных условиях приводит к снижению уровня готовности. При работе в грязной, жаркой, холодной или агрессивной среде необходимо принять определенные меры предосторожности.

Хотя динамические ИБП могут эксплуатироваться в более широком температурном диапазоне (работа — от 5 до 40° С или от 41 до 104° F, хранение — от -20 до 80° С или от -4 до 176° F), если для хранения энергии используются батареи, желательно, чтобы в помещении было прохладно (около 20° С или 77° F). При использовании динамических ИБП в холодном климате наверняка понадобятся системы поддержания температуры смазки и подогрева охлаждающей жидкости, а также жалюзи радиатора.

Обслуживание — установленная база статических ИБП намного больше, поэтому у их производителей имеются многочисленные службы технического обслуживания, способные обеспечить полную техническую поддержку на местах. Как уже упоминалось выше, доля динамических ИБП на мировом рынке невелика; численность персонала, занимающегося их обслуживанием, соответствует размерам установленной базы.

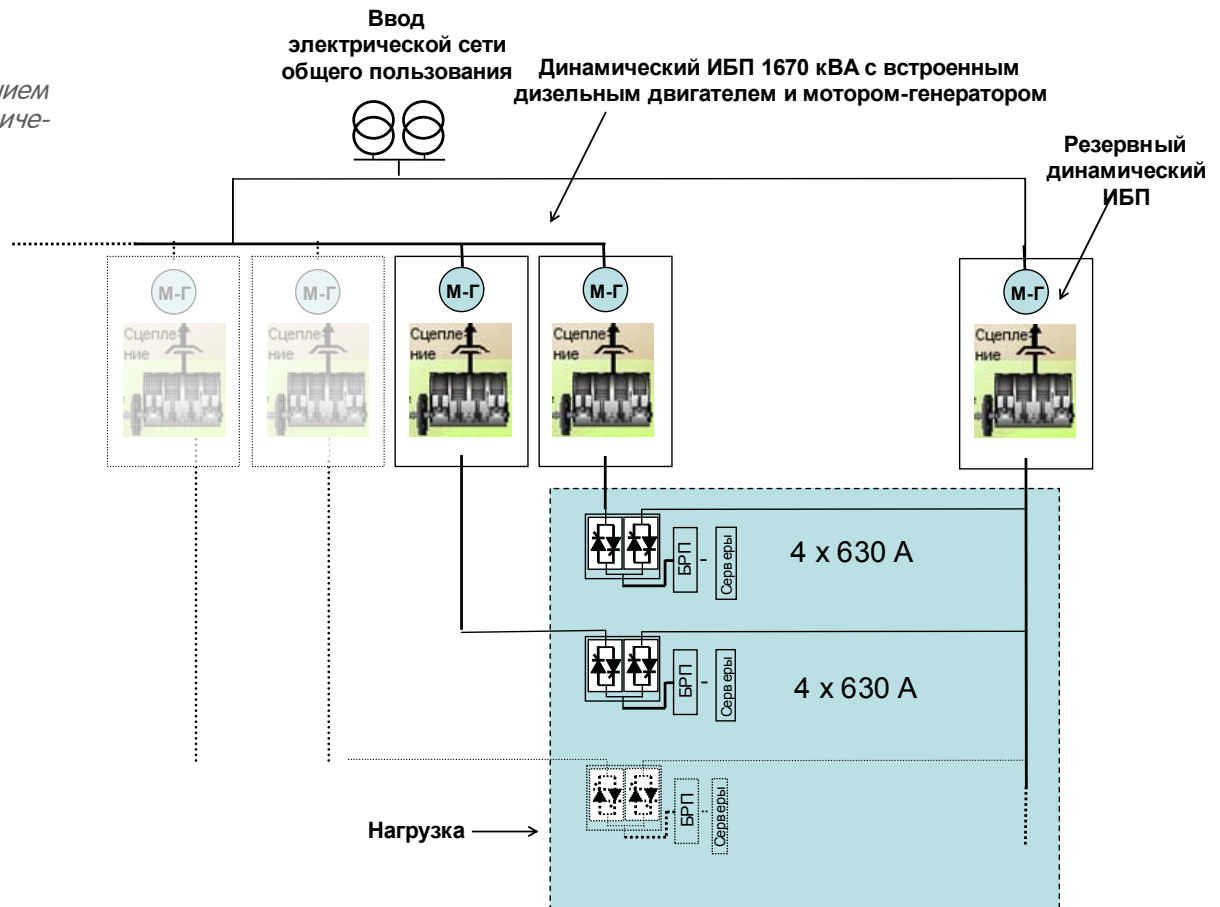
Кроме того, техническое обслуживание статических ИБП несколько проще. Большинство компонентов статических ИБП состоят из стандартных блоков и плат, оснащенных встроенными средствами диагностики и рассчитанных на быструю замену. Устройство хранения кинетической энергии (маховик) в дизельном динамическом ИБП требует регулярной замены подшипника (среднее время ремонта составляет 24-36

часов). Поэтому на объекте необходимо предусмотреть подъемное устройство, способное работать с весом от 3 до 5 тонн.

Архитектура — динамические ИБП больше тяготеют к централизованной архитектуре, тогда как гибкость статических ИБП позволяет развертывать их в виде распределенных решений. Преимущество динамических ИБП заключается в том, что все аспекты резервного питания можно объединить в одном решении: дизель-генераторная установка, мотор-генератор, сцепление — все они являются частями одного устройства. Но хотя это может показаться привлекательным с точки зрения управления, такая архитектура потенциально чревата возникновением сценария с единой точкой отказа (например, в случае пожара в помещении, где находится роторный генератор).

Рисунок 9

3,5 мВА с масштабированием до 10,5 мВА (блоки динамических ИБП на 1670 кВА)



На рисунках 9 и 10 показаны некоторые коренные различия в архитектуре динамических и статических ИБП. На изображении динамической системы на рисунке 9 видно, что энергия распределяется более крупными блоками. Это усложняет оптимизацию ресурсов ИБП и их направление только на ответственные системы. В большинстве центров обработки данных имеется несколько систем, среди которых есть более ответственные и менее ответственные.

Статическая система бесперебойного питания, изображенная на рисунке 10, позволяет владельцу центра обработки данных более эффективно ориентироваться на ответственные компоненты нагрузки (избегая, таким образом, необходимости устанавливать систему заведомо повышенной мощности в расчете на будущее) и демонстрирует повышенную гибкость при масштабировании в случае добавления новых ответственных систем. Распределенный характер модулей, изображенных на рисунке 10, также снижает опасность катастрофического отказа.

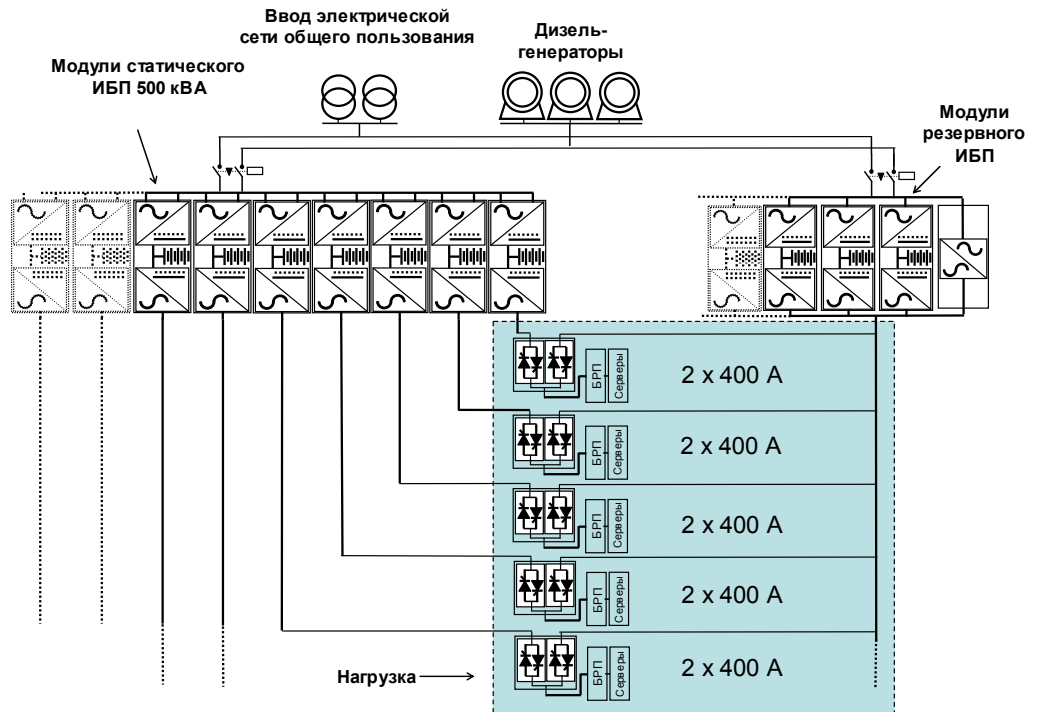


Рисунок 10

3,5 мВА с масштабированием до 10,5 мВА (модули статического ИБП по 500 кВА)

Заключение

Статические ИБП имеют широкий диапазон применения, тогда как у динамических ИБП он более ограничен. В сфере центров обработки данных статические ИБП представляют собой предпочтительную технологию. Конкурентоспособность динамических ИБП выше в очень крупных центрах обработки данных, потребляющих много мегаватт энергии. Задача этой информационной статьи — описать основные типы динамических ИБП и сравнить эту технологию со статическими ИБП. Разные конструкции ИБП имеют определенные преимущества и недостатки, зависящие от особенностей инженерной и электрической инфраструктуры объекта.



Благодарность

Выражаем особую благодарность автору первоначального текста этой статьи **Карлу Коттули**.



Ресурсы

Щелкните значок, чтобы
перейти к ресурсу



«Измерение электрического КПД центров обработки данных»

Информационная статья № 154



«Различные типы систем бесперебойного питания»

Информационная статья № 1



Все информационные
статьи

whitepapers.apc.com



Все средства
TradeOff Tools™

tools.apc.com



Контакты

Адрес для отзывов и комментариев о содержании данной информационной статьи:

Data Center Science Center
DCSC@Schneider-Electric.com

Если вы являетесь заказчиком и хотите задать вопрос, связанный с проектом центра обработки данных:

Свяжитесь с представителем [Schneider Electric](#) в своем регионе