

Однофазные ИБП: управление, обслуживание, срок службы

Информационная статья №210

Редакция 0

Жюстин Солис (Justin Solis)

Аннотация

«Сколько еще протянет аккумулятор?» и «как правильно организовать обслуживание?» — два насущных вопроса, которыми часто приходится задаваться владельцам ИБП. Немногие понимают, что функции этого устройства не ограничиваются батарейным резервным питанием и что, как и у любых электронных устройств, срок его службы ограничен. Многие факторы, влияющие на износ батарей, сказываются и на электронике ИБП. Некоторые из них можно контролировать с помощью профилактики или настроек параметров; иногда бывает достаточно просто задать нужные настройки. Настоящая статья посвящена наиболее важным факторам, определяющим срок службы батарей и ИБП в целом; приводятся некоторые простые указания и рекомендации по управлению однофазными ИБП с целью продления срока службы и повышения уровня готовности.

Введение

Обычно для поддержания эксплуатационной эффективности ИБП на максимально высоком уровне достаточно простейшей регулярной профилактики. В прошлом тестирование и мониторинг функционирования этих устройств представляли значительную трудность, но современные модели рассчитаны на простые и, в то же время, эффективные способы мониторинга, включая, например, регулярное автоматическое обновление информации о состоянии.

Несмотря на оснащение многих новых моделей ИБП программным обеспечением мониторинга и функциями автоматического уведомления регулярный осмотр остается необходим для обеспечения корректного функционирования. Надлежащий уход и регулярное обслуживание помогают избежать простоев, сберегая время и деньги.

Большинства требующих обслуживания компонентов ИБП допустимо касаться голыми руками; тем не менее, думать об электробезопасности следует в первую очередь. При проведении осмотра ИБП рекомендуется придерживаться следующих общих положений.

- Профилактический подход — замена, как батарей, так и ИБП в целом. После 5 лет эксплуатации возрастает риск unplanned простоев из-за отказа внутренних компонентов.
- Заблаговременная подготовка — при условии [надлежащего хранения](#) наличие запасной батареи на месте помогает повышать готовность и избегать простоев.
- Четкая организация — проведение периодических сервисных осмотров, регулярный сбор информации о функционировании ИБП (включая документирование проводимых осмотров с указанием даты).

Планирование и выполнение профилактического обслуживания по расписанию необходимо для максимально эффективного использования ИБП. Однако простого осмотра недостаточно. Следует вести регистрационную запись проведенного обслуживания и состояния оборудования. Тщательная запись событий и понимание областей, требующих особого внимания (например, сокращенное время работы от батареи) поможет прогнозировать и устранять отказы.

Наиболее подверженные отказам компоненты

Учитывая важность защищаемого оборудования и информации, ИБП делаются надежными и долговечными, однако все равно остается возможность возникновения механической или электрической неисправности после долгих лет службы. Ниже перечислены наиболее подверженные отказам компоненты.

- Аккумуляторные батареи.
- Вентиляторы.
- Электролитические конденсаторы.
- Варисторы.
- Реле.

Аккумуляторные батареи

Срок службы аккумуляторов ограничен. Но его можно продлить, следуя рекомендациям руководства по эксплуатации. Новые модели ИБП имеют функцию предупреждения о завершении срока службы аккумуляторов, при расчете принимаются во внимание следующие параметры:

- прогнозирование даты замены аккумуляторной батареи;
- температурная компенсация зарядного тока;
- автоматизированное самотестирование.

Чаще всего однофазные ИБП оснащаются свинцово-кислотными батареями с предохранительными клапанами (valve-regulated lead-acid, VRLA). Срок их службы при соблюдении рекомендаций производителя составляет 3–5 лет; однако возможны значительные отклонения от этого значения. Все зависит от пяти факторов: место установки, температура среды, число и характер циклов разряда-заряда, обслуживание, химические процессы в электролите и условия хранения. Внимание к этим факторам и регулярная профилактика позволяют продлить срок службы ИБП и подготовиться к неисправностям электросети.

Типичные допущения прогноза срока службы

- Температура окружающей среды: 30°C
- Температура внутри корпуса: 40°C
- Нагрузка: 75% от номинала
- Номинальное напряжение на входе

Размещение. ИБП следует устанавливать в оптимальных с точки зрения защиты ИТ-оборудования местах. Желательно в среде с контролируемой температурой.

Открываемые окна или зоны повышенной влажности противопоказаны; необходимо также избегать высокой запыленности и коррозионно-активных испарений, не допускать эксплуатации при температуре и влажности за рамками рекомендованных диапазонов и блокирования вентиляционных отверстий на лицевой панели, боковых и задней стенках устройства. Более подробно стратегии охлаждения рассматриваются в ИС №68, [Стратегии отвода тепла из коммутационных узлов и небольших помещений](#).

Температура. Номинальная емкость аккумулятора рассчитывается для определенных условий эксплуатации — в частности, для температуры окружающей среды 25°C. Соблюдение этих условий позволяет достичь максимального срока службы и оптимальных рабочих характеристик. Хотя ИБП сохраняет работоспособность в широком диапазоне температур, крайние значения ведут к ухудшению характеристик и ускоренному износу батареи (см. **рис. 1**). Простое правило таково, что повышение температуры среды на каждые 10°C сверх 25°C укорачивает жизнь аккумулятора на 50%. Таким образом, комфортная температура чрезвычайно важна с точки зрения срока службы ИБП и его рабочих характеристик.

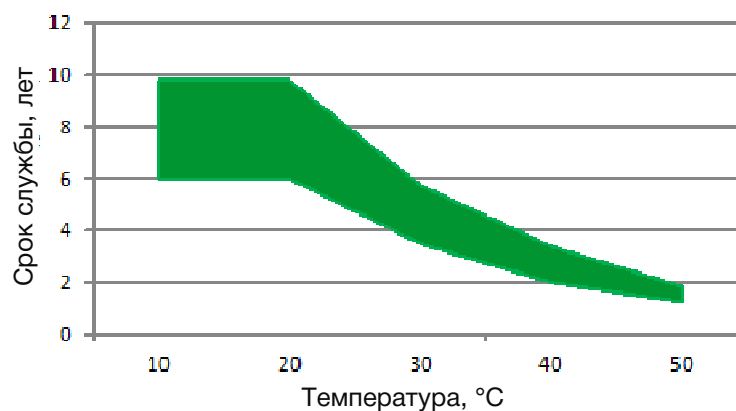


Рисунок 1.

Зависимость прогноза срока службы аккумуляторной батареи от температуры.

Число и характер циклов заряда-разряда. При возникновении неисправностей электроснабжения ИБП автоматически переходит в режим работы от аккумуляторов.

После восстановления электроснабжения автоматически начинается подзарядка батарей — т. е., подготовка к следующему отключению. [Химия VRLA-батарей](#), применяемых в однофазных ИБП, ограничивает число циклов заряда-разряда в течение срока службы.

Полной номинальной емкостью обладает только новый аккумулятор; с каждым циклом она снижается. Величина эффекта зависит от продолжительности процесса разряда (см. **табл. 1**). Необходимо выявлять ненормальную/увеличенную частоту таких циклов и прогнозировать остаточный срок службы аккумулятора. Многие модели ИБП имеют регулировку чувствительности к провалам напряжения и иным переходным процессам, и повышение порога позволяет сократить число «ложных срабатываний», без нужды расходующих ресурс батареи.

Таблица 1.

Зависимость емкости от числа зарядно-разрядных циклов.

Средняя глубина разряда	Число циклов разряда-заряда, приводящее к снижению емкости до 60% номинала
100%	200–300
50%	400–600
30%	1100–1200

Обслуживание. Большинство аккумуляторов однофазных ИБП относится к категории «необслуживаемых», что, однако, говорит лишь об отсутствии необходимости в периодическом доливе электролита. Мониторинг и правильное обслуживание таких батарей очень важны.

При регулярном визуальном осмотре следует обращать внимание на загрязнения, течи и вздутия. Любую пыль, грязь или мусор необходимо немедленно удалить во избежание коротких замыканий. Значительные течи и вздутия являются показанием к замене батареи (с надлежащей утилизацией).

Химия аккумулятора. Способность применяемых в ИБП свинцово-кислотных аккумуляторов накапливать и отдавать энергию обусловлена происходящими в них химическими процессами. С течением времени эта способность неизбежно снижается. Даже при соблюдении всех рекомендаций срок службы батареи ограничен, и в конце концов ее приходится заменять.

Согласно рекомендациям Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), VRLA-батарея подлежит замене по износу после снижения емкости до уровня 80% от номинала. После этого порога процесс деградации внутренних компонентов ускоряется. Даже если обеспечиваемое время автономной работы остается достаточным, аккумулятор необходимо заменить. Износ внутренних компонентов батареи увеличивает вероятность непланового простоя или возникновения течи.

Хранение. В случае заблаговременной покупки батареи на замену, что не только допустимо, но и рекомендуется, при ее хранении следует учитывать ряд факторов.

В процессе хранения срок службы неиспользуемой батареи неизбежно сокращается. Для компенсации саморазряда свинцово-кислотные аккумуляторы, применяемые в однофазных ИБП, рекомендуется подзарядать каждые 6 месяцев. Независимо от периодичности подзарядки общее время хранения не должно превышать года. Невыполнение указанных рекомендаций ведет к необратимой потере емкости в течение 18–30 месяцев.

Если подзаряжать батарею не представляется возможным, рекомендуется хранить ее при температуре не выше 10°C. Холод замедляет процессы деградации и помогает продлить срок годности.

Вентиляторы

Как уже говорилось в предыдущем разделе, температура оказывает существенное влияние на срок службы компонентов ИБП. Для минимизации негативного эффекта большинство моделей оснащается вентиляторами охлаждения. При соблюдении рекомендованных условий эксплуатации срок службы вентилятора ИБП достигает 10 лет. Этот показатель сильно зависит от условий работы. Обычно вентилятор включается либо ускоряется при наступлении одного из следующих условий.

- Отключение электроснабжения и переход ИБП на аккумуляторы.
- Превышение температурного порога (обычно ~38°C) внутри корпуса устройства.
- Превышение установленного порога мощности подключенной нагрузки (обычно, 70–80% номинала).

Единственный способ продлить жизнь вентилятору ИБП — задавать ему меньше работы. Таким образом, поддержание температуры среды в рекомендованных пределах, своевременное выявление частых или неоправданных переходов на аккумуляторы и выбор номинала ИБП в соответствии с мощностью нагрузки позволят обеспечить максимально продолжительный срок службы вентилятора.

Электролитические конденсаторы

Электролитические конденсаторы служат для сглаживания и фильтрации колебаний напряжения. В нормальных условиях эксплуатации срок их службы достигает 10 лет. Как и в случае с аккумуляторами, наибольшее влияние на этот показатель оказывают температура и влажность. И также действует простое правило, основанное на Уравнении Аррениуса (основном законе химической кинетики): снижение температуры на каждые 10°C продлевает срок службы конденсатора вдвое.

Как и в случае со свинцово-кислотными аккумуляторами ИБП, мониторинг температуры среды и удержание этого показателя в [заданных пределах](#) значительно продлевают срок службы.

Варисторы

Прогнозировать срок службы варистора значительно труднее, чем ранее рассмотренных компонентов. Дело в том, что типичная причина отказа этого компонента — слишком частые либо слишком мощные всплески напряжения.

ИБП предназначаются для защиты от всплесков напряжения всего подключенного оборудования. Излишек напряжения гасится на варисторе, и если энергия импульса слишком велика, он может быть поврежден. Поделаться с этим ничего нельзя, но по крайней мере следует понимать, в каких случаях возможна неисправность, чтобы быть готовым к ее диагностике и устранению.

Реле

Отказы реле, как и варисторов, плохо поддаются прогнозированию. Реле представляет собой электрический переключатель с электрическим же управлением и

служит для перевода ИБП из одного режима в другой. В нормальных условиях его ресурс более чем достаточен; однако неправильная настройка или неверные параметры работы программного обеспечения ИБП могут вести к чрезмерно частым переключениям и, как следствие, отказу.

Ненормально частые переключения могут свидетельствовать о неисправности ИБП, из-за которой страдают как реле, так и батареи. Своевременное получение информации о такого рода неисправностях поможет принять меры (например, перепрошить ПЗУ) прежде, чем будет нанесен серьезный ущерб.

В **табл. 2** приведена сводка по срокам службы компонентов и факторам, оказывающим на них влияние.

Таблица 2

Основные сведения о компонентах, которые отказывают чаще других

Компонент	Функция	Нормальный срок службы	Факторы, оказывающие влияние на срок службы
Аккумуляторная батарея	Обеспечение энергией при отключениях электросети	3–5 лет	<ul style="list-style-type: none"> • Размещение ИБП • Температура • Частота переключений режимов • Обслуживание • Химические процессы • Длительность и условия хранения
Вентиляторы	Охлаждение ИБП	До 10 лет	<ul style="list-style-type: none"> • Величина нагрузки • Температура • Частота включений • Продолжительность каждого включения
Электролитические конденсаторы	Сглаживание и фильтрация колебаний напряжения	До 10 лет	<ul style="list-style-type: none"> • Температура • Влажность
Варисторы	Защита от всплесков напряжения	Не определен	<ul style="list-style-type: none"> • Число всплесков напряжения и их энергия
Реле	Переключение режимов работы ИБП при электрическом управлении	Не определен	<ul style="list-style-type: none"> • Ненормально частые переключения

Особенности, определяемые топологией

Все сказанное в настоящей статье применимо к любым однофазным ИБП; однако подверженность тем или иным видам неисправностей в определенной мере зависит от топологии устройства.

Далее будут кратко рассмотрены преимущества и недостатки двух наиболее распространенных типов ИБП: **линейно-интерактивных** и **типа «онлайн» с двойным преобразованием**. Более подробно сравнительные достоинства различных топологий обсуждаются в информационной статье №79 [Техническое сравнение конструкций постоянно действующих и линейно-интерактивных ИБП](#).

Линейно-интерактивные ИБП

Линейно-интерактивный ИБП осуществляет фильтрацию и регулирование напряжения электросети, в общем случае используя лишь один главный преобразователь. В режиме работы от сети блок «сетевого интерфейса» выполняет фильтрацию, подавляя всплески напряжения, и обеспечивает регулирование напряжения в определенных пределах. Главный преобразователь (блок «инвертора») дополнительно потребляет мощность от сети для подзарядки батарей. Обычно это менее 10% номинала ИБП, так что все компоненты *остаются холодными*, что снижает вероятность выхода за рекомендуемый диапазон температур.

«Онлайн» ИБП с двойным преобразованием

Как следует из названия, **«онлайн» ИБП с двойным преобразованием** преобразует энергию дважды. Сначала входное напряжение, со всеми его всплесками, искажениями формы и другими аномалиями, выпрямляется. Энергия постоянного тока накапливается в конденсаторе и используется для генерации переменного тока с регулируемыми параметрами. При этом выходная частота не зависит от частоты сети электроснабжения — невозможная для линейно-интерактивного ИБП вещь. В режиме работы от сети вся энергия, потребляемая нагрузкой, проходит через двойное преобразование.

Сложный рабочий процесс требует большого числа компонентов (тройного в сравнении с типичным линейно-интерактивным ИБП). Поскольку эти компоненты постоянно преобразовывают всю потребляемую нагрузкой энергию, их температура, обычно, *выше*. В теории эти два фактора: постоянная работа под нагрузкой и более высокая температура, — отрицательно сказываются на надежности. Однако на практике большее значение имеют другие факторы, рассмотренные в следующем разделе.

Надежность

Обе топологии имеют особенности, *положительно* (малое число компонентов и их низкая температура в линейно-интерактивных ИБП) или *отрицательно* (постоянная работа под нагрузкой и высокая температура в ИБП с двойным преобразованием) влияющие на срок службы и надежность.

На практике, однако, все определяется качеством расчета конструкции, изготовления комплектующих и сборки. Существуют высококачественные и низкокачественные устройства любых топологий.

Значение управления

Профилактика имеет важнейшее значение с точки зрения срока службы, а надлежащее администрирование обеспечивает высокие рабочие характеристики ИБП. Многие производители предлагают сегодня специальное ПО для защиты, управления, обеспечения совместимости и удобства.

Передовое ПО управления служит для конфигурирования ИБП, контроля его функционирования, корректного завершения работы нагрузки и генерации отчетов по использованию энергии. Отчеты о расходах на энергию и выбросах CO₂ помогают с пониманием характера использования энергии ИТ-оборудованием и выполнением необходимой оптимизации. Передовые функции анализа позволяют выявлять причины возможных неисправностей, связанных с электропитанием, еще до их проявления, обеспечивая благополучие защищаемого оборудования.

В дополнение к ПО производители предлагают платы управления, предназначенные для непрерывного упреждающего управления и мониторинга с использованием универсального приложения. Обычно они имеют функцию уведомления о возникающих неисправностях. Изображение типичной такой платы приведено на **рис. 2**.

Рисунок 2.

Типичная плата управления ИБП (Schneider Electric Network Management Card).



Завершение эксплуатации

В конечном итоге каждый ИБП приходит в негодность, но надлежащий уход и обслуживание позволяют продлить срок его службы. В зависимости от обсуждаемых в настоящей статье факторов устройство, эксплуатируемое в рекомендованных условиях, может служить до 10 лет. В течение этого срока производится по крайней мере одна замена батареи. Более длительная эксплуатация возможна, но, учитывая снижение эффективности, нерациональна.

Помимо потери эффективности из-за физического износа следует учитывать, что за пять и более лет успевают появиться модели ИБП со значительными усовершенствованиями, некоторые из которых могут оказаться важны в конкретном случае. Технологии развиваются, а требования к электропитанию оборудования ужесточаются. Технологический прогресс в сочетании с потерей эффективности ИБП из-за износа скорее всего сделают более рациональным шагом замену ИБП еще до его отказа.

Поэтому для ответственных приложений, не допускающих простоев, ИБП следует заменять сразу, как только его эффективность начнет снижаться. Когда именно — зависит от факторов, обсуждаемых выше. Таким образом, только надлежащий контроль и обслуживание могут дать точный ответ на вопрос о моменте замены конкретного устройства.

Заключение

ИБП проектируются и производятся надежными и долговечными, однако максимально полно реализовать потенциал такого устройства позволяет только надлежащая забота и уход. Многие понимают необходимость замены батарей, но не значение мониторинга и обслуживания. Задача упрощается тем, что на срок службы батарей и остальных компонентов ИБП влияют во многом одни и те же факторы, поддающиеся контролю со стороны пользователя.

Температура и интенсивность эксплуатации — главные характеристики, требующие плотного мониторинга, однако не следует упускать из виду и такие факторы, как проведение периодических осмотров, размещение устройства и условия его хранения. Понимание их значения и выполнение надлежащего обслуживания критически важны для формирования плана обслуживания в соответствии с конкретными потребностями.

Как и батареи, ИБП имеет срок службы, который не бесконечен. Дольше всего и наиболее эффективно эти устройства служат при надлежащем уходе и обслуживании. Ничего сложного в этом нет, достаточно задействовать предусмотренные производителем средства администрирования и составить простой, последовательный и ориентированный на профилактику план.





Благодарности

Особая благодарность Жюстину Солису (**Justin Solis**) за оригинальный текст настоящей статьи.




 [Стратегии отвода тепла из коммутационных узлов и небольших помещений](#)
Информационная статья №68

 [Техническое сравнение конструкций постоянно действующих и линейно-интерактивных ИБП](#)
Информационная статья №79

 [Библиотека информационных статей](#)
whitepapers.apc.com

 [Пробные версии](#)

 [Инструментарий TradeOff Tools™](#)
tools.apc.com



Контактные данные

Отклики и комментарии к настоящей статье просьба направлять:

Data Center Science Center
dcsc@schneider-electric.com

С вопросами по конкретным проектам заказчикам следует обращаться к закрепленным за ними представителям компании Schneider Electric:

www.apc.com/support/contact/index.cfm