

1. Основные термины и определения

1.1. *Качество электроэнергии*

Качество электроэнергии – это степень соответствия фактических значений параметров электрической энергии установленным нормативными документами значениям. Основные показатели качества электроэнергии, нормы их регламентирующие и классификация основных неполадок питания приведены в разделе «Исследование качества электропитания».

1.2. *Надежность электроснабжения*

Надежность электроснабжения с учетом стандарта ГОСТ 27.002-83 - свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонта, хранения и транспортировки. Согласно ныне действующих ПУЭ-85 [20] в отношении обеспечения надежности электроснабжения электроприемники разделяются на три следующие категории и особую группу:

- особая группа I категории;
- I категория;
- II категория;
- III категория.

Электроприемники II категории рекомендуется обеспечивать электроэнергией от двух независимых взаимно резервируемых источников питания. Для электропотребителей II категории при нарушении электроснабжения от одного из источников питания допустимы перерывы электроснабжения на время, необходимое для включения резервного питания действиями дежурного персонала. Допускается питание электропотребителей II категории от одной линии, или от одного силового трансформатора на время не более суток.

Электроприемники I категории должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервируемых источников питания, и перерыв их электроснабжения при нарушении электроснабжения от одного из источников питания может быть допустим лишь на время автоматического восстановления питания.

Для электроснабжения особой группы электроприемников I категории должно предусматриваться дополнительное питание от третьего независимого взаимно резервируемого источника питания (в качестве которого могут быть использованы дизельные электростанции и т.п.). Перерыв электроснабжения особой группы электроприемников I категории, может быть, допустим, лишь на время автоматического восстановления питания от третьего независимого взаимно резервируемого источника питания.

Следует обратить внимание, что оговоренное в ПУЭ автоматическое включение резерва (АВР), позволяющее за время порядка нескольких секунд восстановить питание электроприемников I категории и особой группы, приводит только к возобновлению электроснабжения, но не к продолжению нормального функционирования ответственных электроприемников и ЛВС.

Таким образом, обусловленные действующими ПУЭ категории надежности электроснабжения не решают проблемы обеспечения качества электроэнергии и защиты от неполадок питания, что имеет особое значение для электроприемников, входящих в состав ЛВС

Для электроприемников ЛВС, которые чувствительны к качеству электроэнергии и требуют защиты от неполадок питания, в составе особой группы I категории следует выделять критические электроприемники.

Критические электроприемники - электроприемники, которые критичны к качеству электроэнергии и появлению в сети электроснабжения неполадок питания*, требует защиты от них и способные нормально функционировать при времени перерыва электроснабжения не более 20 мс.

По временным режимам работы критические электроприемники следует разделять на две подгруппы:

- электроприемники с нормальным режимом работы – потребители, которые должны обеспечиваться защитой от неполадок питания в течении рабочей смены (дня), и которым в случае длительной аварии

внешней сети электроснабжения должно обеспечиваться время работы необходимое для сохранения данных, сворачивания (завершения) технологического процесса;

- электроприемники с особым режимом работы – потребители, которые должны обеспечиваться защитой от неполадок питания 24 часа в сутки и 365 дней в году, или электроприемники, обеспечивающие непрерывный процесс в реальном режиме времени, прерывание которого недопустимо или сбои в работе, которых приводят к потере трудно восстанавливаемой информации и вызывают значительный финансовый ущерб.

1.3. Система гарантированного электроснабжения

Система гарантированного электроснабжения (СГЭ) - это набор функциональных устройств и схемных решений, предназначенных для обеспечения бесперебойным и качественным электропитанием ответственных критических электроприемников и электроприемников особой группы во всех режимах работы сети (нормальном, аварийном или режиме профилактического обслуживания входящих в систему узлов и блоков).

Своими элементами СГЭ затрагивает всю систему электропитания здания, начиная от вводных фидеров, узлов распределения групп электроприемников и, заканчивая самыми удаленными участками сети, где подключены ответственные электроприемники, обеспечивая необходимую и одинаковую надежность всей этой цепи. При этом СГЭ является важнейшей и неразрывно связанной частью системы электропитания здания.

В состав СГЭ обычно входят коммутационные устройства (электрощитовая, АВР и т.п.), силовая распределительная сеть, выполненная по особой схеме, дизель-генераторная установка, агрегаты бесперебойного питания, а также устройства заземления и молниезащиты.

1.4. Агрегаты бесперебойного питания

Агрегаты бесперебойного питания (АБП)² - устройства, предназначенные для защиты компьютерных и других электронных устройств от неполадок питания. При исчезновении напряжения, АБП обеспечивают питание нагрузки за счет энергии аккумуляторных батарей.

Различают три основных типа АБП, которые используются в составе любой СГЭ:

- АБП архитектуры "off-line"
- АБП архитектуры "line interactive"
- АБП архитектуры "on-line"

Более подробное описание принципов и работы топологии АБП различного типа приведено в Приложении 2.

1.5. Режимы параллельной работы АБП.

Для увеличения надежности работы АБП и возможности увеличения мощности АБП в процессе развития применяется режимы параллельной работы АБП. В настоящее время существуют два основных варианта параллельной работы АБП:

- Параллельная система с резервированием (*Parallel Redundant System*);
- Параллельная система для наращивания мощности (*Parallel Capacity System*).

Надежность любой системы – есть комплексная величина, означающая возможность продолжения работы системы в целом, даже при возникновении неисправностей (отказов) её отдельных элементов. Надёжность зависит от точного определения места отказа элемента системы и быстрого восстановления исходной работоспособности, путем замены отказавшего элемента. Именно применение АБП в параллельном режиме даёт возможность продолжения работы системы, в том числе при возникновении неисправностей самих источников.

При этом наилучший результат по надежности достигается применением параллельной системы с резервированием. Недостатком подобной системы является ее относительно высокая стоимость.

Применение параллельной системы для наращивания мощности является более экономичным решением, которое также позволяет наращивать мощность в процессе развития, а при использовании принципа избыточности (N+1) также обеспечивает высокую надежность системы.

² используется термин по ГОСТ 26416-85, без учета ГОСТ 27699-88, который использует термин "система бесперебойного питания (СБП)". В технической литературе также часто встречается термины - источник бесперебойного питания (ИБП), в англоязычной литературе – *Uninterrupted Power Supply (UPS)*.

1.6. Сети электроснабжения и их виды

По способу выполнения сетей электроснабжения следует различать следующие их виды:

1.6.1. Сеть общего назначения (обычная сеть электропитания здания) – одно- или трехфазная распределительная сеть здания, в которой электроприемники ЛВС и любые другие электроприемники (силовая розеточная группа, системы кондиционирования, местного освещения и т.п.) питаются от одного магистрального щитка или линии с нулевым (защитным) проводником присоединенным к основному контура заземления здания. Описанная организация сети не допустима для проектирования электроснабжения ЛВС, однако, в связи с тем, что она не противоречит действующим нормативным документам, такие сети продолжают появляться в проектных решениях большинства проектных институтов.

1.6.2. Выделенная сеть (выполняется без дополнительного монтажа распределительной сети) – способ выполнения сети, когда электроприемники ЛВС подключаются на одну выделенную фазу трехфазного магистрального щитка или линии, а все остальные электроприемники подключены к другим фазам. При защите электроприемников ЛВС АБП обычно размещают между магистральным щитком и выделенной фазой. Такой способ организации сети – это только первый шаг к разделению сети электроснабжения ЛВС для обеспечения возможности подключения АБП и не более. Описанная организация распределительной сети для крупной ЛВС также недопустима.

1.6.3. Разделенная сеть (дополнительно смонтированная сеть при реконструкции) - способ выполнения сети, когда электроприемники ЛВС получают питание по радиально-магистральной (одно-, или трехфазной) сети разделенной от остальной сети общего назначения. Вводные фидера разделенной сети подключаются непосредственно к главному распределительному (вводному) устройству здания. При защите электроприемников ЛВС АБП обычно размещают у распределительных щитков в узлах разделенной сети. Такой способ организации сети питания электроприемников ЛВС может быть рекомендован, однако стоимость такой сети практически не превышает стоимости автономной сети, описанной ниже.

1.6.4. Автономная сеть электроснабжения (дополнительно спроектированная и выполненная сеть при реконструкции или новом строительстве) - способ выполнения сети, когда электроприемники ЛВС получают питание по радиально-магистральной пятипроводной сети гальванически разделенной от остальной сети общего назначения. Автономная сеть электроснабжения не должна иметь гальванической связи с любыми другими силовыми сетями, заземляющими устройствами, нулевыми защитными, рабочими проводниками здания или городской сети, а также образовывать контура излучения.

Автономная сеть электроснабжения обычно выполняется на базе АБП, которое имеет выходной изолирующий трансформатор с вторичной обмоткой "звезда", нейтраль которой соединяется со специальным контуром технологического заземления с сопротивлением заземляющего устройства $R \leq 0,5 \text{ Ом}$.

Только автономная сеть электроснабжения позволяет обеспечить в полном объеме качественное питание электрической энергией потребителей (за счет устранения "блуждающих", импульсных и прочих токов в нейтральных проводниках) и устраняет возможность несанкционированного доступа к информации электронных устройств со стороны внешних линий электропитания.

1.7. Крест–фактор нагрузки (*Crest Factor*) – показатель, характеризующий способность АБП питать нелинейную нагрузку, потребляющую импульсный (нелинейный) ток. Крест–фактор нагрузки равен отношению амплитуды импульсного тока в нелинейной нагрузке к амплитуде тока гармонической формы при эквивалентной потребляемой мощности.

1.8. По схемотехническим решениям системы гарантированного электроснабжения выполняют тремя основными способами: распределенная; централизованная или комбинированная СГЭ.