

Как проверить N+1 до выбора модульного ИБП: алгоритм для шестислотового шасси

Антон Яковлев

Расчёт на трёх исходных величинах позволяет ещё до выбора модели понять, переживёт ли система отказ одного силового модуля на полной нагрузке. Модульность упрощает масштабирование и ремонт, но сама по себе не гарантирует резервирование. Если все слоты заняты модулями, которые нужны для штатной мощности, то при отказе одного блока доступная мощность снизится. Обозначение N+1 следует подтверждать расчётом для конкретной нагрузки и конфигурации.

Что должен подтвердить расчёт

До сравнения моделей нужно зафиксировать не только номинал ИБП, но и условия, которые система обязана выдержать:

- активную мощность нагрузки в кВт и допустимый диапазон её изменения;
- расчётный отказ, например потерю одного силового модуля;
- требуемый уровень резервирования в нормальном и сервисном режимах;
- число доступных слотов и ограничения по размещению оборудования;
- план роста нагрузки и допустимое время восстановления после отказа.

Эти данные отделяют реальную отказоустойчивость от паспортного обозначения. Один и тот же номинал шасси может давать разные результаты в зависимости от мощности отдельного модуля и количества установленных блоков.

Три числа и две формулы

Для предварительной проверки нужны расчётная мощность нагрузки $P_{наг}$, мощность одного силового модуля $P_м$ и число слотов S. Минимальное число рабочих модулей определяется как $n_{раб} = [P_{наг} / P_м]$. Для модульного резерва N+1 требуется ещё один блок: $n_{уст} = n_{раб} + 1$. Конфигурация помещается в одно шасси, если $n_{уст} \le S$.

Проверку полезно повторить со стороны аварийного режима: $P_{дост} = (n_{уст} - 1) \times P_м$. Если $P_{дост}$ ниже расчётной нагрузки, заявленное N+1 на этой рабочей точке не выполняется.

Пример: нагрузка 300 кВт и шесть слотов.

При мощности модуля 50 кВт для штатной нагрузки требуются все шесть блоков: 6 × 50 = 300 кВт (рис. 1). Седьмого слота под резерв нет. После отказа одного модуля остаётся 5 × 50 = 250 кВт.

При мощности модуля 60 кВт нагрузку обеспечивают пять блоков: 5 × 60 = = 300 кВт (рис. 2). Шестой модуль может



Рис. 1. Шесть модулей по 50 кВт дают 300 кВт только в штатном режиме. После единичного отказа доступны 250 кВт

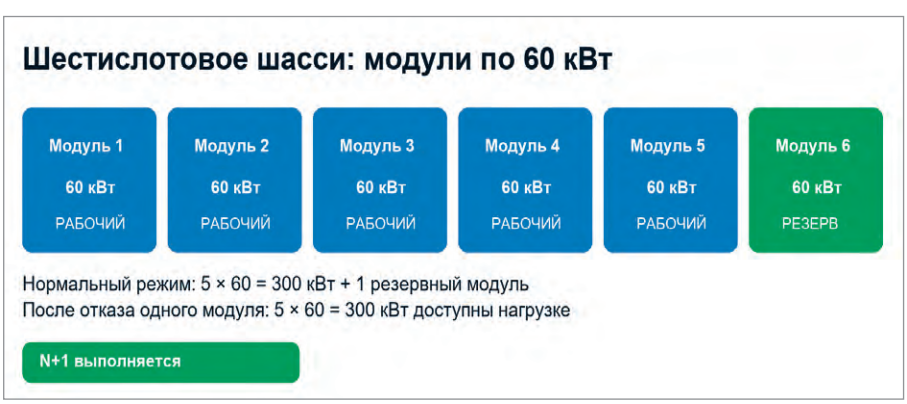


Рис. 2. Пять рабочих модулей по 60 кВт и один резервный сохраняют 300 кВт после единичного отказа

Таблица 1. Примеры разных конфигураций модулей питания

Конфигурация	Рабочая мощность	Результат проверки N+1
6 × 50 кВт	300 кВт	Все шесть слотов заняты рабочими модулями. После отказа одного модуля остаётся 250 кВт, поэтому N+1 для нагрузки 300 кВт не выполняется
5 × 60 кВт + 1 × 60 кВт	300 кВт + резерв	Пять модулей покрывают нагрузку, шестой резервирует один отказ. После отказа нагрузке остаются доступны 300 кВт

резервировать единичный отказ, потому что после его имитации нагрузке по-прежнему доступны 300 кВт (табл. 1).

Более крупный модуль не становится автоматически лучшим решением. Его преимущество появляется только тогда, когда иной шаг мощности действительно меняет архитектуру: позволяет разместить N+1 в одном шасси, уменьшает количество шкафов или помогает уложиться в ограничения существующего помещения.

Что остаётся за пределами арифметики модулей

Расчёт выше подтверждает резерв только на уровне силовых модулей. В реальной системе общими могут оставаться статический байпас, контроллер, входное и выходное распределение, шины и батарейная цепь. Их отказоустойчивость проверяется отдельно по однолинейной схеме и документации производителя.

Нужно также определить, что именно считается единичным отказом. Если техническое задание требует сохранить нагрузку при потере секции ввода, байпаса или батарейной ветви, одной проверки $n_{уст} \le S$ недостаточно.

После отказа одного из шести модулей по 60 кВт оставшиеся пять блоков работают на 100% номинала. Это не оставляет запаса на рост нагрузки, перегрузку или отклонение рабочей точки. Если нужен эксплуатационный запас сверх N+1, расчётную нагрузку следует принять ниже 300 кВт или изменить архитектуру.

Обслуживание, батареи и охлаждение

Горячая замена снижает время ремонта только при выполнении трёх условий: процедура разрешена изготовителем, доступ безопасен, а исправный запасной блок доступен на объекте или в согласованный срок. На время замены нужно отдельно проверить, сохраняется ли требуемый резерв.

Батарейная автономия рассчитывается для заданного аварийного режима. Выпрямитель, инвертор, коммутация и батарейная цепь должны выдерживать требуемую нагрузку в течение установленного времени, а номинальная мощность шасси сама по себе этого не подтверждает.

Тепловую нагрузку следует оценивать по потерям всей конфигурации при фактической загрузке. Предварительная формула: $P_{потерь} = P_{вых} \times (1/\eta - 1)$, где η берётся из кривой КПД для ожидаемой рабочей точки. Сравнивать нагрев модулей только по их номиналу некорректно.

Кратковременная перегрузочная способность также не заменяет постоянный резерв. Если после отказа нагрузка превышает номинал оставшихся модулей, система зависит от ограниченного по времени режима и требует пересмотра или отдельного согласования.

Семь вопросов, с которыми надо определиться до выбора модели

1. Какова активная мощность нагрузки в кВт, включая ожидаемый рост?
2. Какой отказ должна пережить система без потери нагрузки?
3. Сколько рабочих и резервных модулей помещается в выбранное шасси?
4. Какова доступная мощность после единичного отказа?
5. Какие общие узлы остаются нерезервированными?
6. Что происходит с нагрузкой во время обслуживания и замены модуля?
7. Подтверждены ли батарейный режим, потери, охлаждение и сервисные зоны для обеих рабочих точек?

Вывод

Разница между модулями 50 и 60 кВт важна не сама по себе. В рассмотренном примере дополнительные 10 кВт позволяют получить 300 кВт и резерв одного силового модуля в том же шестислотовом шасси.

Рабочее решение появляется только после проверки всей цепочки: нагрузки, модулей, общих узлов, батарей, обслуживания и охлаждения. Поэтому N+1 следует доказывать расчётом аварийного режима, а не принимать по названию конфигурации. ●

НОВОСТИ реклама НОВОСТИ реклама НОВОСТИ реклама

Новое поколение взрывозащищённого 10-дюймового планшета UX10, адаптированное под задачи ИИ



Компания Getac, мировой лидер по производству защищённых мобильных ноутбуков и планшетов, представила новое поколение взрывозащищённого 10-дюймового планшета UX10 на базе операционной системы Windows.

Главная особенность новой модели – оптимизация под задачи искусственного интеллекта благодаря процессорам Intel Core Ultra (серия 2) и технологии Intel AI Boost. Яркий 10,1-дюймовый экран с широким углом обзора (TFT LCD WUXGA), разрешением 1920×1200 пикселей и технологией LumiBond гарантирует отличную читаемость даже в условиях сильной солнечной засветки, обеспечивая удобство использования планшета в любых погодных условиях.

Планшет по умолчанию поставляется с 16 ГБ оперативной памяти, напаянной на плату, и с PCIe-накопителем ёмкостью от 256 ГБ до 2 ТБ. Для бесперебойной работы даже на удалённых объектах новинка поддерживает беспроводные технологии 4G и 5G. Дополнительно в верхней части планшета можно установить сканер 1D/2D-штрихкодов, COM-порт или считыватель RFID-меток. В базовой комплектации предусмотрены порты USB 3.2 Gen 2 Type-A и два порта Thunderbolt 4 (Type-C). В базовой комплектации установлена батарея ёмкостью 4070 мА·ч, которую можно заменить на аккумулятор повышенной ёмкости – 9240 мА·ч. Это позволит пользователю работать с устройством в течение всей рабочей смены без подзарядки.

Планшет сертифицирован по стандартам MIL-STD-810H и IP66, защищён от падения с высоты 1,8 метра и может эксплуатироваться при температурах от –21°C до +55°C.

Ключевое отличие новинки – сертификация по стандартам ATEX и IECEx (Зона 2/22; Ex II 3G Ex ic op is IIC T4 Gc; Ex II 3D Ex ic op is IIIC T130 °C Dc). Это означает, что планшет можно использовать во взрывоопасной зоне 2, обеспечивая надёжную защиту в самых сложных условиях. ●