

Инверторы in time

Владимир СКЛЯР

Инверторы и системы резервного электропитания на их основе обрели в нашей стране второе дыхание в связи с ростом тарифов на электроэнергию и надеждами на «волшебные» перспективы альтернативных систем выработки электроэнергии.

Инверторы представляют собой преобразователи постоянного напряжения в переменное. Это общепринятое, по крайней мере до настоящего времени, исторически сложившееся понятие. Данные устройства можно уподобить «выпрямителем наоборот». Они входят в состав источников бесперебойного питания (ИБП), преобразуя постоянное напряжение с выхода выпрямителей или аккумуляторных батарей в переменное напряжение, используемое для питания нагрузки. Кроме того, инверторы как отдельные элементы входят в состав телекоммуникационных и промышленных систем постоянного тока.

С развитием направления альтернативной энергетики на рынке появились устройства, среди которых встречаются автономные, сетевые и гибридные инверторы. Они используются для построения систем электропитания, где в качестве основы выступают, как правило, *солнечные панели* и выполняют достаточно широкий набор функций. На практике, кроме собственно инверторов, в эти комплексы входят также аккумуляторы, зарядные устройства, различные контроллеры. Объединяет все эти инверторные системы обобщенное название «инвертор», позволяющее рассматривать их как элементы единой

группы устройств. Термин трудно назвать удачным, но он устоялся и используется на практике.

Инверторы в мире ИБП

Начало изучения рынка инверторных систем застает врасплох. Немалое удивление вызывают, в частности, некоторые источники бесперебойного питания, которые позиционируются производителями как инверторы. Казалось бы, любой специалист по системам электропитания отличит ИБП от инвертора. Так, на **рис. 1** в качестве примера представлены известные структурные схемы источников питания линейно-интерактивного типа и с двойным преобразованием энергии.

Инвертор (ИНВ) входит в их состав как один из важнейших элементов. Данные схемы являются результатом длительных инженерных поисков. Все элементы ИБП komponуются в едином устройстве, обеспечивающем кратковременную

(как правило, это десятки минут) поддержку работоспособности ответственной нагрузки при пропадании сетевого напряжения. Практически всегда речь идет о компьютерном оборудовании.

Однако в некоторых случаях возникает потребность в расширении сферы применения стандартного ИБП. Например, требуется обеспечить гораздо более длительное время автономного питания нагрузки (например, каких-то контроллеров или оборудования загородного дома). Это могут быть отопительные котлы, охранные системы, медицинское оборудование, а также иные потребители, где пропадание напряжения, даже кратковременное, недопустимо. Такие задачи требуют качественно более высокого уровня автономии, а значит, необходимости установки АКБ существенно большей емкости, чем обычно используют в ИБП. Такую батарею нужно еще и заряжать (как известно, ток заряда составляет примерно

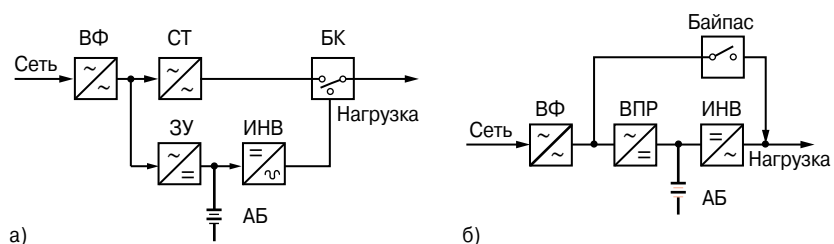


Рис. 1. Структурная схема ИБП линейно-интерактивного типа (а) и с двойным преобразованием энергии (б)

Сервис на всех этапах жизненного цикла ЦОДа



Индивидуальный подход к решению задач

Компания Schneider Electric, мировой эксперт в управлении энергией и автоматизации, готова предоставить комплексное сервисное предложение на всех этапах жизненного цикла ЦОД, включая сервисные услуги для систем резервного питания и охлаждения, решая задачи каждого конкретного заказчика в отдельности.

Еще никогда центры обработки данных не играли такой важной роли в успехе предприятий. Для оптимизации ЦОД, находящегося в постоянном динамичном развитии, необходимо комплексное решение по его обслуживанию, которое могло бы осуществляться на всех этапах жизненного цикла ЦОД и начинаться в любой момент от планирования до эксплуатации.

Сервис на всех этапах жизненного цикла ЦОД – это аудит энергоэффективности, экспертиза в строительстве, сервисное обслуживание и поддержка всех подсистем в период его эксплуатации.

Это долговечность и надежность работы вашего оборудования с первого дня эксплуатации и уверенность в максимальной продуктивности Вашего ЦОД.



Узнайте больше о сервисном предложении Schneider Electric
Зайдите на www.SEreply.com и введите промо код **61047P**



Вне зависимости от этапа жизненного цикла оборудования комплексное сервисное предложение Schneider Electric позволит снизить риск простоев и совокупную стоимость владения, а также повысить операционную эффективность, благодаря поиску и внедрению решений по:

- Планированию
- Установке
- Эксплуатации
- Оптимизации
- Модернизации

schneider-electric.com/ua

Life Is On

Schneider
Electric

10% от емкости АКБ, выраженной в А*ч.). Зарядное устройство (ЗУ), входящее в состав типового ИБП, позволяет обслужить батарею, которая находится внутри корпуса источника. Даже если предусмотрено использование дополнительных внешних батарей, то они обычно содержат собственные ЗУ.

Все вышесказанное свидетельствует о том, что базовый ИБП не предназначен для решения задач, выходящих за рамки определенных ограничений. И это, в принципе, нормально! Поэтому появление инверторных устройств, решающих более широкий круг задач, стало насущной необходимостью. И такие устройства появились на рынке.

Что такое современный инвертор?

В данной статье мы будем рассматривать инверторы, или инверторные системы, а также отдельную подгруппу ИБП с внешними аккумуляторными блоками большой емкости, также именуемую иногда инверторами. Как правило, все эти устройства (независимо от их названия) представляют собой классические источники бесперебойного питания, предназначенные для обеспечения *долговременной работы* далеко не всегда компьютерной нагрузки при отсутствии сетевого напряжения. Они имеют подключаемые внешние аккумуляторные батареи, встроенное зарядное устройство, обеспечивающее высокие токи заряда, как правило, способны в течение некоторого времени выдерживать относительно большие перегрузки. Это значит, что к таким инверторным системам можно подключать принтеры, домашние холодильники, водяные насосы и даже стиральные машины. То есть использовать их в качестве полноценных домашних резервных систем электропитания. Очевидно, перед обычными ИБП такие задачи никто не ставит.

А поскольку указанные инверторы действительно обладают рядом присущих только им свойств, не будем отождествлять их с ИБП, хотя по своей структуре они похожи как близнецы-братья. Это как молоток и кувалда — различия

в схеме вроде бы и нет, но вот назначение различно.

Выходит так, что с точки зрения структуры реализации нет ощутимых различий между ИБП для питания компьютерной нагрузки и завершенной с функциональной точки зрения инверторной системой? Но так ли это? За ответом мы обратились к экспертам из Интернета, которые обсуждали данный вопрос на различных форумах.

Мнение 1. ИБП используются прежде всего для питания компьютеров и оргтехники, сохранения информации и завершения работы ПК при пропадании электричества. Инвертор-преобразователь напряжения от внешних АКБ или альтернативных источников питания (солнечные панели, ветрогенераторы и т.д.) в первую очередь предназначен для продолжения работы бытовых электроприборов (котел отопления, циркуляционные и скважинные насосы, холодильник, телевизор и т.д. в пределах мощности инвертора) при отсутствии сетевого напряжения в течение длительного времени.

Мнение 2. Инверторы спроектированы таким образом, что позволяют выдерживать существенные перепады потребляемой мощности, позволяя тем самым резервировать различные бытовые нагрузки, потребление которых может резко меняться, таких как, например, холодильники, скважинные насосы и т.п.

Мнение 3. Благодаря наружному размещению АКБ их емкость может легко наращиваться, позволяя увеличивать время резервирования системы.

В итоге приходится признать, что ИБП и инверторы — это устройства одинаковые по своей структуре, но имеющие определенные особенности, связанные со сферой их применения.

Дьявол — в деталях

Прежде всего следует обратить внимание на детали реализации. Большинство ИБП резервного типа при работе от батарей формируют на выходе «псевдосинусоиду» в виде меандра или ее ступенчатой аппроксимации. Нередко даже

линейно-интерактивные источники начального уровня в этом случае не выдают «чистый синус». Известно, что при использовании ИБП, например для питания котлов, требуется синусоидальная форма выходного напряжения. Да и любой индуктивной нагрузке не сильно понравится напряжение в форме меандра.

Выходит, что применять для этих целей резервные ИБП или простые линейно-интерактивные устройства не следует. А вот инверторные системы с синусоидальным выходным напряжением (в режиме работы от АКБ) для этой цели подойдут, впрочем, как и качественные линейно-интерактивные ИБП, не говоря уже о системах с двойным преобразованием.

Таким образом, преимущества инверторных решений перед «классическими» ИБП состоят в следующем:

- чистый синус на выходе (надо проверять по документации);
- наличие мощного встроенного зарядного устройства, позволяющего подключать АКБ большой емкости;
- высокая устойчивость к перегрузкам и большим пусковым токам.

На практике иногда приходится иметь дело с ИБП, которые хотя и используют внешние аккумуляторы большой емкости, но не всегда способны выдержать серьезные перегрузки. В каждом отдельном случае следует обращать внимание на характеристики оборудования.



Рис. 2. Комбинированный инвертор MultiPlus компании Victron со встроенным зарядным устройством

На практике инверторы и зарядные устройства могут быть выполнены в виде отдельных или объединенных блоков. Примером является оборудование известной голландской компании **Victron**, выпускающей инверторы Phoenix inverter и Phoenix inverter Compact, которые не содержат в конструкции никаких зарядных устройств. Особенность последней серии состоит в возможности параллельного включения до шести комплектов для достижения более высокой выходной мощности. Отдельно предлагаются также зарядные устройства Phoenix Charger, позволяющие заряжать батареи 12 и 24 В емкостью от 65 до 1200 Ач.

В то же время серии EasyPlus, MultiPlus (рис. 2), MultiPlus Compact и Quattro этого же производителя, кроме инвертора, имеют внутри встроенные зарядные устройства, являясь, таким образом, комбинированными решениями. При этом упомянутое оборудование может использоваться как в параллельной конфигурации, так и в трехфазной.

Комбинированные системы предполагают возможность подключения внешней сети переменного тока благодаря переводу оборудования в «режим UPS» (!). При этом переход на батареи при пропадании сети осуществляется за время, не превышающее 20 мс.

Очень интересной видится функция PowerAssist, которая имеется в устройствах указанных трех серий. Она предотвращает перегрузку внешнего сетевого источника переменного тока за счет «добавления» требуемой мощности от аккумуляторной батареи. В результате увеличения потребляемой мощности нагрузкой происходит за счет «подмешивания» энергии от аккумуляторных батарей. Термины «добавление» и «подмешивание» взяты в кавычки, поскольку мы имеем дело с электротехникой, а не с кормом для котов ☺.

Следует отметить, что компания **Victron** обеспечивает возможность построения полного комплексного решения для питания нагрузки, совмещая в едином «конструкторе»

инвертор, зарядное устройство, байпасный модуль, АКБ, а также некий «монитор батареи», позволяющий выполнить расчет израсходованных ампер-часов и оценить состояние заряда батареи.

На отечественном рынке комбинированные инверторные системы предлагают многие компании, среди которых хотелось бы отметить «Пульсар Лимитед», «Эксим-Стандарт», «ВАЙСТЕК», «Феникс Ред».

Компания **EHA-Power** представляет в Украине инверторы EHA SL (рис. 3) мощностью от 600 до 1500 ВА. На передней панели



Рис. 3. Инвертор EHA SL600 компании EHA-Power

Посетите наш стенд на выставке Elcom Ukraine-2016, которая пройдет 20-22 апреля в Киеве



ПРЕИМУЩЕСТВО МОДУЛЬНОЙ АРХИТЕКТУРЫ

Protect^{plus} M600 – это новая модульная система ИБП, объединяющая в себе такие преимущества как высокий КПД, компактные габариты и гибкую расширяемую архитектуру с возможностью наращивания мощности до 900 кВА. Данное решение ориентировано на использование в дата-центрах, узлах транспортной инфраструктуры, на фабриках, а также других предприятиях с высокими требованиями к качеству входного напряжения, критическими нагрузками и ограниченным пространством. Модульный ИБП Protect^{plus} M600 прост в эксплуатации и обслуживании, минимизируя расходы на содержание.



Больше информации:
тел. +380 44 594 55 83/84
www.aegps.com.ua



a company of
AEG
POWER SOLUTIONS

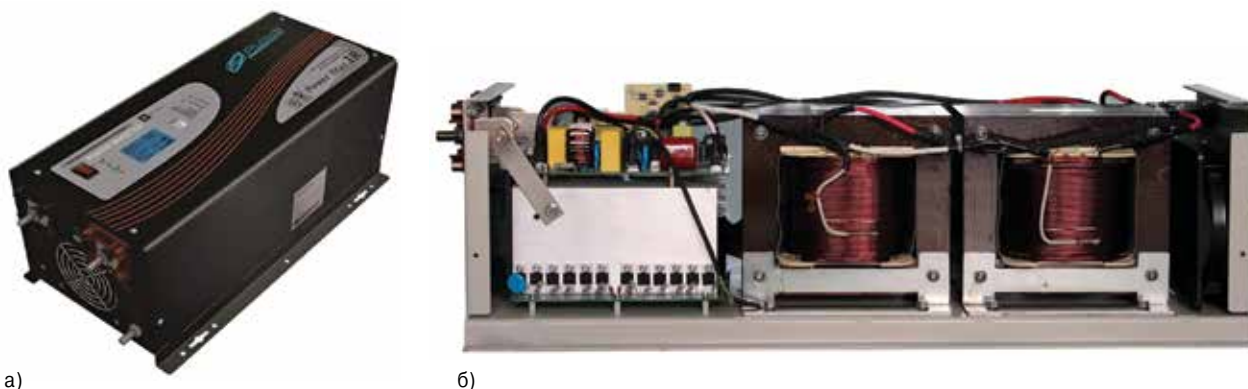


Рис. 4. Инвертор трансформаторного типа серии Power Star IR от компании «Пульсар Лимитед»: а) вид снаружи; б) вид изнутри

они имеют переключатель режима работы «ИБП/Инвертор», а также позволяют выбрать ток заряда батарей 10 или 20 А. При работе в режиме «ИБП» устройство поддерживает выходное напряжение в диапазоне 190–260 В при входном от 145 до 285 В. В режиме «Инвертор» напряжение на выходе меняется в диапазоне 160–260 В при изменении входного от 120 до 300 В. Переход на работу от батарей осуществляется при выходе за указанный входной диапазон; время переключения составляет 6 мс.

Инверторы EHA SL обеспечивают питание при перегрузке 100–120% в течение трех минут, при перегрузке 120–130% — 30 с. После этого инвертор отключается и через 30 секунд осуществляется автоматический перезапуск. Если нагрузка не уменьшилась, выполняется повторное отключение и затем — новая попытка. Если при повторной перезагрузке аварийный режим не устранен, инвертор аварийно отключается. Поставку этого оборудования в страну выполняет компания «Феникс Ред».

«Пульсар Лимитед» представляет на украинском рынке ряд инверторов различной мощности и назначения, в том числе и солнечные. Так, устройства серии LX под названием «Инвертор-преобразователь напряжения с функцией зарядки и стабилизации» обеспечивают питание нагрузки мощностью от 300 до 1000 Вт. В зависимости от модели допускается установка внешних АКБ емкостью 50–200 или 80–300 А*ч. Ток заряда батарей может достигать 25 А. По своей сути устройство представляет собой ИБП линейно-интерактивного типа с чистой синусоидой на выходе.

Для более требовательного потребителя «Пульсар Лимитед» предлагает инверторные системы серии IR мощностью от 1 до 6 кВт (рис. 4). Эти устройства характеризуются повышенной устойчивостью к перегрузкам (до 300%), что позволяет им работать с индуктивными нагрузками, а также содержат мощное четырехступенчатое зарядное устройство, рассчитанное на силу тока до 75 А (в зависимости от модели), обеспечивающее регулировку зарядного напряжения и тока. Инверторы серии IR выдерживают перегрузку в 300% от номинальной мощности в течение 20 сек.

Компания Powercom предлагает на украинском рынке через своего дистрибьютора «Эксим-Стандарт» инверторные системы серий Inverter Charger HF (ICH) и Infinity (INF). Серия ICH включает две модели мощностью 550 и 1050 ВА и может питать нагрузку как автономно от внешней батареи, так и использоваться как ИБП при наличии сети. Форма напряжения на выходе устройства в режиме работы от батареи — аппроксимированная синусоида. Серия Infinity появилась на рынке относительно недавно и представляет собой линейно-интерактивный ИБП с чистой синусоидой, работает с внешними батарейными блоками емкостью от 24 до 200 Ач. Имеются две модели — на 500 и 800 ВА, оборудованные системой защиты от короткого замыкания и перегрузок, а также от неправильного подключения аккумуляторов.

Недавно «Эксим-Стандарт» вывела на рынок линейно-интерактивный ИБП новой торговой марки Staba, в состав которой входят две серии: PSN — 500, 800 и 1000 ВА и HOME —

500 и 800 ВА. Они обеспечивают чистую синусоиду на выходе и имеют мощное зарядное устройство, позволяющее использовать аккумуляторы емкостью от 24 до 200 Ач.

Компания Stark Power GmbH вывела на рынок инверторы Stark Country INV (рис. 5), представляющие собой ИБП резервного типа, различные модели которых рассчитаны на нагрузку от 700 ВА до 2 кВА. Максимальный ток заряда батарей составляет 10–20 или 20–30 А в зависимости от модели инвертора. При этом емкость аккумулятора может достигать 400 или 600 Ач. Важно обратить внимание на особенности обозначения, поскольку в серии Stark Country существуют модели ИБП с двойным преобразованием энергии, а также инверторы, рассчитанные для использования в солнечной энергетике с зарядными устройствами различных типов (PWM, MPPT). Оборудование Stark предлагают на рынке различные компании, в частности «ВАЙСТЕК».

Производителей инверторных систем существует немало. Но мы не ставили перед собой задачу выполнить обзор предлагаемых на рынке решений. Хотелось лишь показать, что указанное оборудование и типовые ИБП предназначены для решения несколько разных задач. Причем производители стараются подчеркнуть уникальные свойства своих решений. И что уж тут говорить, им это чаще всего удается.



Рис. 5. Инвертор Stark Country INV

Дальше будет еще интересней.
Не переключайтесь ☺.

Солнечная энергетика и инверторы

Развитие солнечной энергетики и появление фотоэлектрических систем привело к появлению специального класса устройств, так называемых «солнечных инверторов». Поскольку солнечные панели вырабатывают постоянное напряжение, то очевидно, что для подключения нагрузки необходимо осуществлять его преобразование в традиционное переменное. Величина напряжения на выходе панелей зависит от уровня их освещенности и может колебаться в течение светового дня. Поэтому в качестве буферного устройства разумно использовать промежуточный накопитель энергии в виде аккумулятора, уже к выходу которого подключается инвертор. Аккумулятор позволяет накапливать энергию и отдавать ее в нагрузку при возникновении такой необходимости.

И вот здесь мы сталкиваемся с совершенно новым классом инверторов, для которых даже придумана собственная классификация, обусловленная спецификой взаимодействия этих устройств с источниками энергии, потребителем и, самое главное, возможной передачей излишков выработанной электроэнергии в электрическую сеть общего пользования по «зеленым» тарифам.

Классификация фотоэлектрических систем зависит от способа использования электроэнергии, вырабатываемой солнечными панелями.



Автономный инвертор
• Для частного дома
• Совместимость с ДГУ

ИБП для котлов и насосов
• Простота подключения
• Компактность

Сетевой инвертор
• Зелёный тариф
• Высокий КПД

ИБП On-Line
• Стабильное выходное напряжение
• Высокая надёжность

Гибридный инвертор
• Зелёный тариф
• Возможность заряда АКБ







интегратор промышленных решений
Официальный дистрибутор производителя Stark Power GmbH в Украине компания «БАЙТЕК»

(044) 500-86-60
04073, г. Киев, ул. Копыловская, 2-А
E-mail: sales@stark-ups.com.ua
www.stark-ups.com.ua

- Качественная синусоида на выходе
- Длительное время резервирования
- Стабильное выходное напряжение при динамичной нагрузке

Если предполагается только локальное применение без подключения к электрической сети общего пользования, то такие системы

носят название **автономных** (рис. 6). В англоязычной литературе для них используются термины **off-grid** или **stand-alone**.

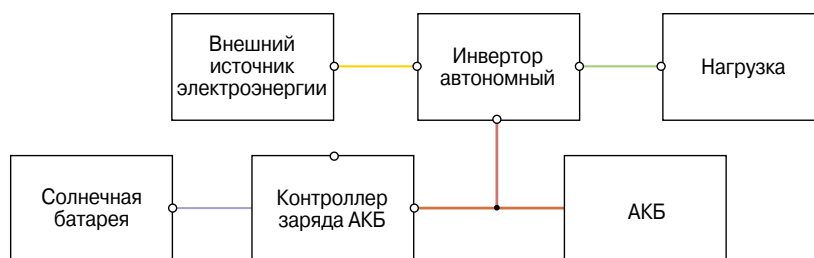


Рис. 6. Структурная схема автономной фотоэлектрической системы



Инверторная система аварийного энергоснабжения



EXA -Power



EXA SL 800 – 640Вт

EXA SL 1000 – 800Вт

EXA SL 2000 – 1600Вт

EXA SL 600 – 480Вт

ПРЕИМУЩЕСТВА ИНВЕРТОРА EXA - Power:

- Автоматическая регулировка напряжения (AVR) - ступенчатая стабилизация выходного напряжения без перехода на аккумулятор при больших колебаниях входного напряжения. +++
- Широкий диапазон работы без перехода на аккумуляторные батареи (120 -300 В).
- Встроенное интеллектуальное зарядное устройство с микропроцессорным управлением, мощностью 10/20А.

- Медный трансформатор. +++
- Наличие "сквозного ноля". +++
- Металлический корпус. +++
- Синусоидальная форма выходного напряжения .
- Функция "холодного" старта
- Защита аккумулятора от глубокого разряда.

ТЕЛ.: (044) 258-66-13;
(044) 503-83-22

www.fenixred.com.ua
office@fenixred.com.ua

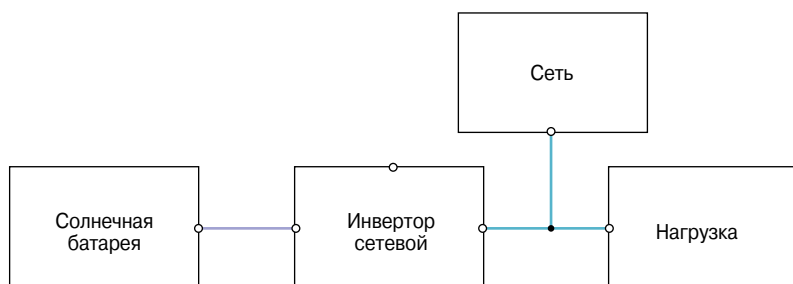


Рис. 7. Структурная схема сетевой фотоэлектрической системы

Как видно из приведенной выше весьма условной схемы, задача подобной системы состоит в том, чтобы обеспечивать питание нагрузки всеми доступными способами — от солнечных панелей, внешнего ДГУ или электросети. При этом соблюдается принцип автономности — вся электроэнергия используется внутренним потребителем. Солнце (или ветер) являются резервным источником, призванным снизить риски отключения электричества, либо при отсутствии такового способного обеспечить питанием пользовательскую нагрузку и также зарядить аккумуляторные батареи.

Если же инвертор будет питать внутреннюю нагрузку и передавать излишек выработанной электроэнергии в сеть общего пользования, то такая фотоэлектрическая система называется **сетевой (рис. 7) — grid-connected** или **grid-tied**. При этом инвертор должен быть синхронизирован с сетью. Потребитель, в свою очередь, получает электроэнергию либо из сети общего пользования, либо от солнечных панелей через инвертор. Специальный двунаправленный счетчик учитывает при этом количество потребленной и отданной в сеть электроэнергии. Предполагается, что положительный баланс (разница между количеством переданной в сеть и полученной из нее электроэнергии) оплачивается по «зеленому» тарифу. При аварийном пропадании напряжения в общей сети потребитель остается без электричества, поскольку **аккумуляторы в таких системах не предусмотрены**. Представленная схема, опять-таки, весьма условна и демонстрирует только идею работы сетевой фотоэлектрической системы.

И, наконец, **гибридная** система работает одновременно как сетевая и автономная, позволяя экономить электроэнергию на протяжении дня и не остаться без электричества в случае его отключения. Ее первоочередная задача — поддержка уровня заряда батарей. Если они заряжены — выполняется переключение на сетевой режим работы, и вырабатываемая электроэнергия поставляется в сеть по «зеленому» тарифу. В случае отключения общей электросети система автоматически переключается в режим резервного питания. При этом напряжение от солнечных панелей подается для заряда аккумуляторных батарей (при наличии солнца), сами же батареи питают при этом локальную нагрузку.

Логика работы гибридной системы электропитания (стандартная электросеть в сочетании с солнечными панелями и накопителями в виде АКБ) может быть различной. Так, если напряжение в сети пропадет, то обеспечение нагрузки электропитанием возьмут на себя солнечные панели (днем) и предварительно заряженные аккумуляторные батареи большой емкости, подключенные к инвертору. Если солнечных батарей окажется недостаточно, то поддержку нагрузки возьмут на себя аккумуляторы.

Некоторые гибридные инверторы имеют функцию суммирования мощностей инвертора и источника переменного тока. Эта функция очень полезна, когда сеть имеет ограниченные возможности, которых недостаточно для электроснабжения пиковой нагрузки. В этом случае фиксируется максимальная мощность, которую можно брать от сети или генератора, а недостающая берется от аккумуляторов и подмешивается к сетевой.

Различные производители называют эту функцию по-разному — например, в инверторах Studer Xtender она называется Smart Boost, в инверторах Xantrex XW — Power Shaving, в оборудовании Outback G (V) FX — Grid support и т.п.

В настоящее время на украинском рынке предлагаются солнечные инверторы всех трех типов от множества производителей. Одно их перечисление внушает уважение: ABB, ABi-Solar, AEG, AGAT, BenQ-Siemens, Conext, Eaton, Форт, Fronius, Growatt, Huawei, IBC Solar, Yingli Solar, Mean Well, MorningStar, Omnik, Phocos, PowerStar, Refusol, Schneider Electric, SinPro, SMA, SolaX, Steca, Sungrow, Sunny, Studer Innotec, Victron, Xantrex. При этом выпускаемое оборудование рассчитано на поддержку как домашнего сектора, так и мощных промышленных потребителей.

Невероятное количество компаний, предлагающих свои решения на украинском рынке, наводит на мысль о том, что солнечная энергетика имеет огромные перспективы в мире и, будем надеяться, в Украине. Развитие технологий и рост объемов производства должны привести к тому, что фотоэлектрические панели станут дешевыми и доступными. Автономная выработка солнечной электроэнергии и ее накопление в аккумуляторных батареях станет обычным делом, как хранение соленых огурцов в бочке. И это будущее уже наступает нам на пятки. Сейчас только ленивый не говорит о домашних системах накопления и сбережения электроэнергии в Li-ion батареях. Рост тарифов на электроэнергию приведет в конечном счете к децентрализации ее выработки. Возможно, что вскоре любой желающий сможет установить у себя небольшую автономную систему энергообеспечения, которая позволит вырабатывать электричество, греть воду, а также отапливать помещение зимой и охлаждать его летом. Но это будущее может прийти еще быстрее, если двигаться ему навстречу.

Владимир СКЛЯР, **СИБ**