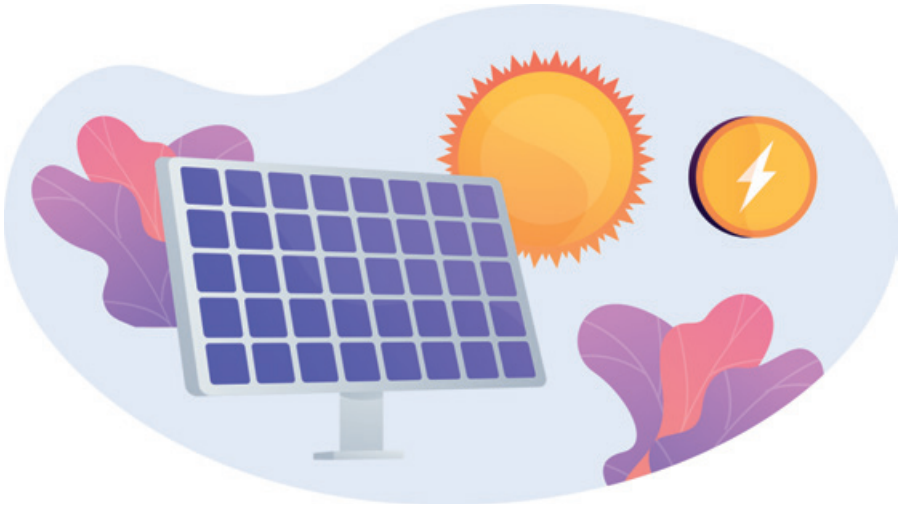

Солнечный майнер

В автономных солнечных электростанциях, как правило, хозяин установки — сам себе и потребитель, и энергетик, и примерно через год эксплуатации установки он начинает разбираться в минимумах и максимумах нагрузки и генерации, в способах их оптимизации и во многих других премудростях работы энергетиков...

Авторы: Ю.О. МАЛОЗЁМОВА, генеральный директор консалтинговой компании «Лодела» (г. Екатеринбург); М.Е. ПАВЛИЧЕНКО, генеральный директор ООО «ДДК» (г. Екатеринбург); Сергей СМИРНОВ, генеральный директор Shaanxi Feiwen Kaiyang Zengyi Technology Co. (Сиань, КНР)

Введение

Всякий потребитель электрической энергии считает, что напряжение в розетке должно быть всегда, качество электроэнергии должно соответствовать ГОСТ 13109–97, цена должна быть меньше минимальной и в целом эта услуга не должна быть сложной. С другой стороны, энергетики мечтают, чтобы генерирующие мощности работали с номинальной нагрузкой и при максимальном КПД, опоры ЛЭП не гнили и не ржавели, контакты не окислялись, молнии обходили электрические устройства стороной, а потребители потребляли постоянную нагрузку в любое время дня и года. Но идеально никогда не бывает, потребитель потребляет то много, то мало, причём достаточно непредсказуемо, и именно из-за этого противоречия чаще всего и случаются разнообразные баталии между энергетиками и потребителями.

В автономных солнечных электростанциях (АСЭС), как правило, хозяин установки — сам себе и потребитель, и энергетик. Примерно через год эксплуатации установки он начинает разбираться в минимумах и максимумах нагрузки и генерации, в способах их оптимизации и во многих других премудростях энергетики.

Как утверждают законы электротехники, для того чтобы был ток, необходимо, чтобы одно устройство вырабатывало этот ток, а другое устройство этот ток потребляло. Отсутствие одного или другого устройства приводит к тому, что тока не будет. Централизованная генерация, которую пока ещё можно назвать традиционной, решает эту проблему путём подключения или отключения соответствующих генерирующих мощностей или регулировкой их мощности, что не всегда способствует достижению максимума КПД. Иными словами, традиционная генерация вынуждена подстраиваться под запросы потребителей, так как без потребителя она работать не может.

В альтернативной энергетике, основой которой является солнечная и ветровая генерация, эта проблема также присутствует, но с некоторыми нюансами. В случае ветроэнергетики лопасти пропеллера вращаются при наличии ветра, а не тогда, когда нужна энергия, и это не всегда соответствует потребности потребителя. Проблема решается специализированными контроллерами, которые при отсутствии потребления переключают ветрогенераторы на балластную нагрузку. Солнечные панели в этом отношении более безопасны, отсутствие нагрузки не приводит к каким-то опасным явлениям.

Например, на территории Урала в автономной солнечной энергетике опытным путём сложилось соотношение — на 100 Вт мощности солнечных панелей должно приходиться 100 А·ч ёмкости аккумуляторов

Сфокусируемся на солнечной энергетике, а именно на одной из главных проблем начинающего солнечного энергетика — соотношения мощности панелей и аккумуляторов, которое определяет цену и возможности установки. На территории Урала опытным путём сложилось следующее соотношение — на 100 Вт мощности солнечных панелей должно приходиться 100 А·ч ёмкости аккумуляторов. Увеличение ёмкости аккумуляторов очень затратно, а увеличение мощности солнечных панелей приводит к тому, что бóльшую часть времени панели работают впустую. Это соотношение очень сильно зависит от режима использования АСЭС и может отличаться по регионам. При таком соотношении мощности летом наблюдается превышение генерации над потреблением, в зимний период приходится сильно экономить драгоценную энергию из-за короткого солнечного дня. Если устанавливать много солнечных панелей с таким расчётом, чтобы хватало зимой, то, кроме денежных расходов, возникает проблема — что делать с излишками солнечной энергии летом.

Постановка задачи

Задача состоит в следующем — создать автоматическую мобильную установку для майнинга криптовалюты от солнечной энергии в автономной солнечной электростанции.

Решение

В исследовательских целях был приобретён первый попавшийся майнер, выбор осуществлялся по критерию минимума потребляемой мощности. Этим устройство оказался Antminer Z9 mini, также называемый «асиком» [Application Specific Integrated Circuit (ASIC) — «*интегральная схема специального назначения*»]. Заявленные параметры: потребляемая мощность — 300 Вт, хешрейт — 10 000 SOLS/с. Если с параметрами мощности всё понятно, то «*хешрейт*» — это число «хешей» в секунду, то есть количество вычислений устройством хеш-функций, осуществляющих специальные преобразования данных по алгоритму криптовалюты.



Рис. 1. Майнер Antminer Z9 mini

ного электроснабжения с номинальным напряжением 24 и 48 В, то есть из двух и четырёх последовательно соединённых аккумуляторов 12 В, и схема питания от таких накопителей становится слишком сложной.

Испытания майнера в течение суток показали, что параметр хешрейт меняется от 8000 до 13 000 токенов (SOLS) в секунду при стабильном потреблении электроэнергии (рис. 2). Полная потребляемая мощность блока питания с подключённым майнером составила 550 В·А с коэффициентом мощности 0,6, что соответствует расчётным данным.

Измерения трафика показали, что за 5 часов 9 минут и 8 секунд входящий трафик составил 4,53 МБ, исходящий — 6,49 МБ. Приведённый к месяцу общий трафик составляет 1,54 Гб в месяц. За сутки майнер добывал 0,0037012 ZEC, что по текущему курсу составляет $0,1118.

Учитывая, что избытки солнечной энергии не стоят ничего, коэффициентом полезного действия преобразования «12 В DC — 220 В AC — 12 В DC» можно пренебречь. По невыясненным причинам даже при наличии стабильного сигнала сотовой связи иногда возникает процент отказа, не превышающий 2 %.

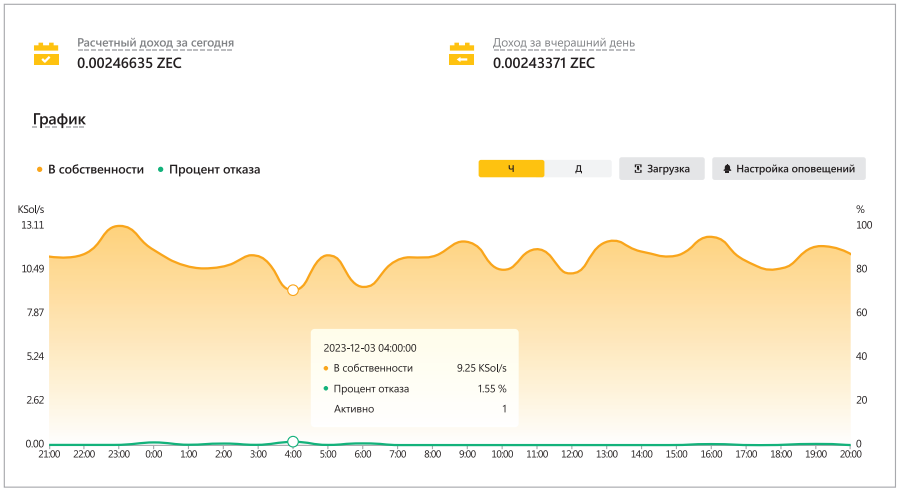

Рис. 2. Изменение хэшрейта

Как это работает

Собранное устройство работает следующим образом. Солнечная энергия попадает на солнечную панель 1, далее ток через контроллер 2 поступает на клеммы аккумулятора 3 и через инвертор 4 поступает на нагрузку 5. При достижении напряжения на аккумуляторе значения 13,5 В включается реле напряжения 6. Сигнал с реле напряжения 6 поступает на силовое реле 7 и включает майнер 9, подсоединённый к цепи 220 В AC через ваттметр 8. Сигнал из Интернета поступает на майнер через усилитель сигнала сотовой связи 10, подключённый через USB-модем 11 к роутеру 12. Питание роутера 12 (цепи не показаны) возможно как от цепи 12 В DC, так и от цепи 220 В AC (рис. 3).

Хешрейт демонстрирует эффективность и производительность устройств для добычи «крипты». Наш Antminer Z9 mini (рис. 1) добывает криптовалюту с названием «Зикеш» (Zcash, ZEC).

Устройство работает от постоянного напряжения 12 В, поэтому возник соблазн подключить его напрямую к аккумулятору и к панелям, однако было выбрано решение запитать майнер через блок питания от инвертера «12 В DC / 220 В AC» и соответствующего блока питания «220 В AC / 12 В DC». Основная причина такого решения состоит в том, что в процессе эксплуатации напряжение на аккумуляторе изменяется в диапазоне от 11 до 15 В, и не было представления о том, как это повлияет на работоспособность устройства. Кроме того, достаточно распространены системы солнеч-

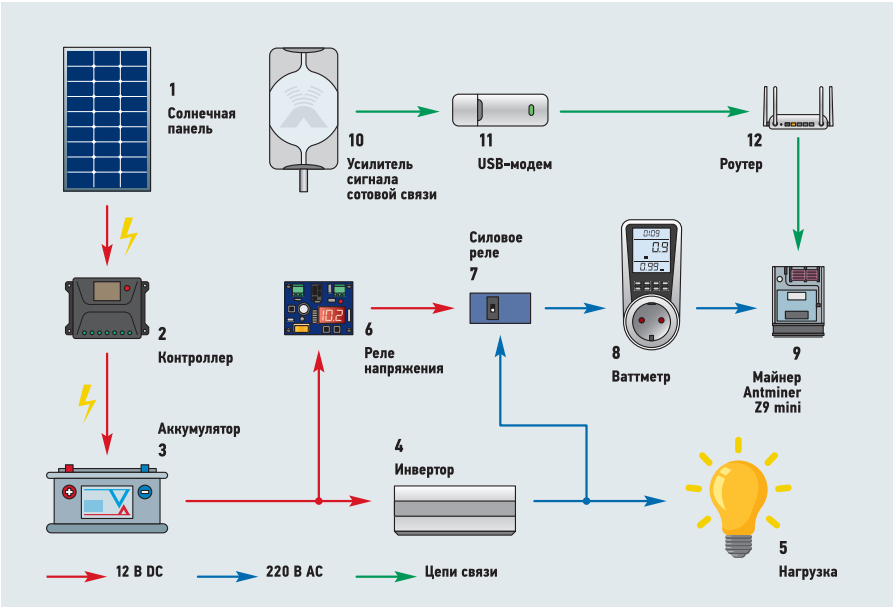

Рис. 3. Однолинейная схема установки

Реле напряжения настроено таким образом, чтобы включать силовое реле при напряжении 13,5 В и отключать при напряжении 12 В. Оно обеспечивает следующую функцию — при почти полном заряде аккумулятора включается нагрузка в виде майнера, а при падении мощности генерации и, соответственно, разряде аккумулятора майнер отключается. Разница в 1,5 В выбрана эмпирически и может быть уточнена и изменена в процессе эксплуатации. Это значение зависит от мощности солнечных панелей, ёмкости аккумулятора, мощности майнера и других параметров.

Ваттметр 8 необходим для моментальной индикации работоспособности майнера. При установившемся режиме работы значение мощности не меняется, и пользователь может быстро определить, в каком режиме работает майнер.

Испытания

Для связи с Интернетом была использована антенна для усиления сигнала сотовой связи, USB-модем и роутер. Испытания, проведённые на объекте вдали от линий электроснабжения и при очень слабом сигнале сотовой связи (на полигоне BlaBlaWatt), показали, что система работоспособна и процент отказа не сильно увеличивается (рис. 4).

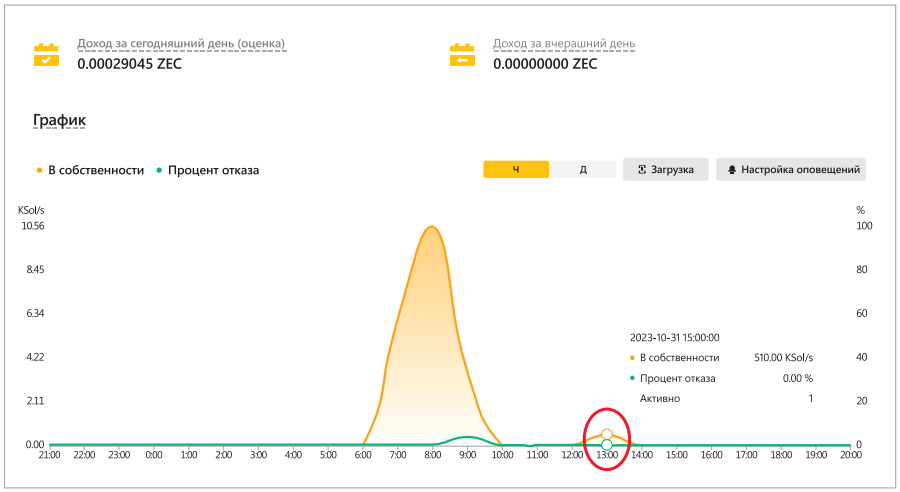

Рис. 4. Испытания с усилителем связи на объекте

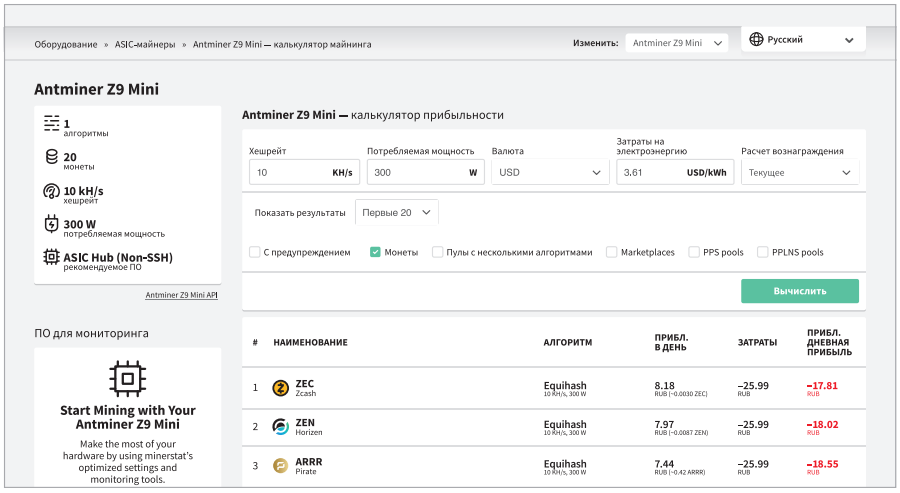

Рис. 5. Калькулятор майнинга

Экономика

Калькулятор майнинга (рис. 5) показывает, что на сегодняшний день Z9 mini при цене на электроэнергию в централизованной сети 3,61 руб/кВт·ч при круглосуточной работе позволяет заработать в день 8 рублей 18 копеек, затратив 25,99 руб. Получается убыток в размере 17,81 руб. Много это или мало? Всё зависит от методики подсчёта. Так как энергетика альтернативная, то и методика подсчёта не обязательно должна быть традиционная.

Если рассматривать установку как микротепловую пушку, то получается при тех же исходных данных, что затраты на электроотопление снизились на 31 %.

Если же рассматривать установку как утилизатор энергии, которой не нашлось применения и, следовательно, бесплатной, то чистый доход составляет 0,34 руб/ч. Общий доход зависит от количества солнечных дней, конфигурации солнечной электростанции, соотношения стоимости оборудования для майнинга, курса криптовалюты и прочих факторов.

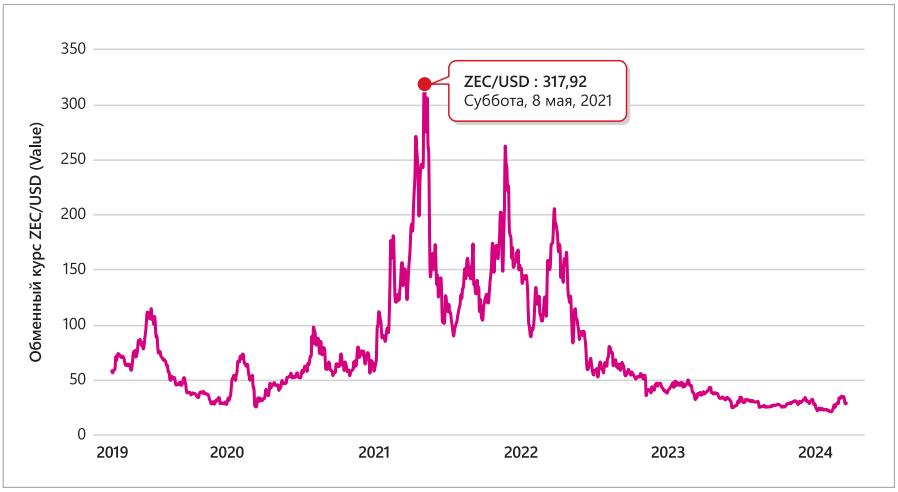

Рис. 6. Курс криптовалюты ZEC за пять лет с максимумом стоимости весной 2021 года

Выводы

Использование майнинга позволяет не только более эффективно использовать установленную мощность солнечных панелей, но и превращать энергию солнца в деньги. Майнинг криптовалюты — один из элементов проекта BlaBlaWatt [1]. В перспективе автономные солнечные электростанции смогут сами зарабатывать себе на обновление оборудования.

Все вышеописанные расчёты проводились при действующем курсе $ 30,23 за 1 ZEC. Читатель этой статьи волен самостоятельно пересчитать всю экономику этого устройства по состоянию на 8 мая 2021 года, когда за 1 ZEC давали $ 317,92 (рис. 6). Сколько будет это соотношение завтра, послезавтра или в следующем году — покажет время.

1. Павличенко М.Е. BlaBlaWatt — электроснабжение Судного дня // Журнал СОК, 2023. № 3. С. 76–79.