

УДК 621

КОНЦЕПЦИЯ ПРИБОРНОГО УЧЁТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Рудак Д. В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Петруша Ю.С.

Положения концепции

Надежное и эффективное функционирование электроэнергетики, бесперебойное энергоснабжение потребителей - основа развития экономики страны и фактор обеспечения цивилизованных условий жизни ее граждан.

Само существование и состояние энергетики затрагивает без исключения интересы всех граждан, поскольку потребление энергии является для всех само собой разумеющимся процессом. Однако энергия, наряду с потребительской стоимостью, обладает одновременно и индивидуальной стоимостью, которая отражает затраты энергосистемы на производство, передачу, распределение и сбыт энергии. В эти затраты входит как стоимость приобретаемых энергосистемой первичных и вторичных энергоресурсов, так и стоимость эксплуатации и совершенствования энергетической инфраструктуры.

Энергия приобретает статус товара, энергоснабжающая организация - статус продавца, потребители - статус покупателя энергии. Условием жизнеспособности энергосистемы и зависящего от поставок энергии индустриального общества становится принцип гарантированной договорной поставки энергии требуемого количества и качества при ее гарантированной оплате согласно условиям договора, а не используемый ранее принцип безусловного надежного и качественного энергоснабжения потребителей в кредит.

Различные группы потребителей и отдельные юридические лица имеют льготные уровни тарифов и цен на энергоресурсы, которые компенсируются дополнительным ценовым бременем, возлагаемым на другие группы потребителей. В частности, льготные тарифы ниже среднеотпускного, тарифы, установленные для населения, бюджетных организаций, сельхозпроизводителей и иных юридических лиц, и групп потребителей, компенсируются повышенными тарифами для других потребителей (преимущественно промышленных).

Особенностью электроэнергии как товара является невозможность его хранения на складе и возврата на склад, подобно обычному товару, и необходимость выработки в реальном времени в соответствии с графиком текущего электропотребления. Для покрытия пиков графика используются дополнительные генерирующие мощности и дополнительный расход топлива, удорожающие электроэнергию, а в моменты ночных провалов, наоборот, происходит отключение генерирующих источников, что приводит к их повышенному износу и вновь к удорожанию электроэнергии. Для регулирования графика нагрузки потребителей экономическими методами в целях снижения себестоимости электроэнергии должны использоваться различные тарифные системы, в том числе и тарифы, дифференцированные по временным зонам.

На смену льготным и жестким государственным тарифам на энергию должны прийти тарифы, позволяющие устанавливать между производителями и поставщиками (продавцами), с одной стороны, и потребителями (покупателями), с другой стороны, партнерские отношения и эффективное сотрудничество в целях максимальной взаимной оптимизации своих технологических процессов, контроля энергопотребления, снижения издержек, энергосбережения.

Существующий приборный учет электроэнергии, основанный на базе локальных индукционных электросчетчиков с эпизодическим визуальным съемом и ручной обработкой их показаний, не позволяет получать требуемые сегодня точные, достоверные и оперативные данные учета. Концепция нового приборного учета основывается на принципах

автоматизированного энергоучета и на понятии АСКУЭ, элементами которой становятся электронные электросчетчики[3].

К важным свойствам электронных счетчиков, оказывающим влияние на формирование новых принципов создания АСКУЭ, можно отнести:

- «интеллект», или многофункциональность, позволяющую объединить в одном счетчике учет как активной, так и реактивной энергии, причем сразу в двух направлениях, измерение показателей качества электроэнергии, фиксацию различных событий и другие функции;
- «чувство времени», или встроенные часы и календарь, дающие возможность синхронизировать данные учета счетчика с данными учета других счетчиков, работающих в АСКУЭ;
- «память», или запоминающее устройство, позволяющее длительно хранить информацию в базе данных счетчика за различные интервалы времени и использовать эту базу в качестве единственного аттестованного источника измерений и учета для поставки информации различным ее пользователям.

АСКУЭ предназначены для высокотехнологичного решения задач расчетов за проданную-купленную электроэнергию между субъектами рынка электроэнергии, а также решения задач контроля прохождения электроэнергии как товара по всей технологической цепи энергосистемы и потребителей в целях выявления его нерационального технологического расхода и безучетного потребления (технический аспект).

Глобальная зависимость энергетики Беларуси от внешних поставок энергоресурсов в условиях их постоянного удорожания делает особенно актуальными вопросы точного и достоверного учета электроэнергии и государственного энергосбережения путем сведения оперативных балансов по всем субъектам электроэнергетики и рынка электроэнергии в целях выявления всех непроизводительных потерь, безучетного потребления и их минимизации. Решить эти задачи без создания современных АСКУЭ невозможно.

Специфические требования к АСКУЭ конкретных субъектов должны формироваться на основе настоящей Концепции в рамках соответствующих ведомственных документов, а реализация этих АСКУЭ должна осуществляться только на основе согласованных и утвержденных в установленном порядке проектов. Выбор конкретных средств энергоучета тех или иных изготовителей либо поставщиков для АСКУЭ должен учитывать, помимо технико-экономических характеристик изделий, возможности поставщиков в сертификации своей продукции, метрологической аттестации, поверках и сервисном обслуживании, включая гарантийный и послегарантийный ремонт.

Принципы автоматизированного учёта электроэнергии

Первый принцип автоматизированного энергоучета - измерять все, что необходимо и экономически целесообразно. Такой принцип исходит из положения, что электроэнергия - дорогой товар, а поэтому измерение ("взвешивание") этого товара должно производиться по всей его технологической цепи производства, передачи, трансформирования, преобразования, распределения, поставки и потребления.

Второй общий принцип автоматизированного энергоучета, позволяющий обеспечить высокую достоверность данных энергоучета, состоит в том, что база данных энергоучета должна храниться длительное время в точке измерения электроэнергии. В случае потери или искажения исходных данных в процессе передачи их по каналам связи существует возможность повторного обращения к источнику за недополученной информацией.

Третий общий принцип автоматизированного энергоучета определяет единство измерений во времени реальных процессов энергопотребления. Реализация указанного принципа может быть обеспечена как за счет индивидуальной коррекции, так и централизованной синхронизации встроенных индивидуальных часов каждого счетчика, входящего в состав АСКУЭ. Не допускается (в целях национальной безопасности) использовать в качестве главного источника единого времени спутниковую глобальную

систему местоопределения GPS Министерства обороны США и соответствующие GPS-приемники.

Четвертый общий принцип автоматизированного энергоучета определяет отношение в АСКУЭ к интерфейсам и протоколам доступа к хранимым базам данных электронных электросчетчиков. Физический цифровой интерфейс счетчиков должен относиться к классу международных стандартных интерфейсов, а логический интерфейс (протокол) должен быть открыт и иметь полное однозначное и непротиворечивое описание на государственном языке Республики Беларусь. Недопустимо использовать в АСКУЭ счетчики с закрытыми фирменными протоколами. Открытость протоколов позволяет на ранних стадиях разработки АСКУЭ провести сравнительный анализ счетчиков различных изготовителей не только по техническим, но и по телекоммуникационным характеристикам и тем самым сделать обоснованный выбор оборудования АСКУЭ.

Существующие электронные электросчетчики различных изготовителей имеют, как правило, различные физические и логические интерфейсы, что создает для пользователей значительные трудности по объединению этих приборов в рамках АСКУЭ. Выбор конкретного типа физического интерфейса (например, двухточечного типа RS-232 или многоточечного магистрального типа RS-485) зависит от особенностей конкретной АСКУЭ, но в случае сбора данных с группы счетчиков предпочтение следует отдавать многоточечным магистральным интерфейсам, которые требуют меньших затрат оборудования для организации канала связи.

Пятый общий принцип автоматизированного энергоучета определяет взаимосвязь АСКУЭ нижнего (основного) уровня с верхним уровнем АСКУЭ субъекта энергосистемы или субъекта рынка электроэнергии: АСКУЭ субъекта строится на основе корпоративной вычислительной сети (КВС), на сервер или рабочие станции которой передаются по соответствующим каналам связи непосредственно со счетчиков или через устройства сбора и передачи данных (УСПД) промежуточного уровня АСКУЭ метрологически аттестованные измерительные данные электронных электросчетчиков. В простейшем случае вместо КВС на верхнем уровне небольшой АСКУЭ может быть размещен автономный или входящий в локальную сеть субъекта персональный компьютер.

Верхний уровень АСКУЭ субъектов должен быть образован персональными компьютерами или корпоративными компьютерными сетями, которые в настоящее время интенсивно создаются и развиваются в энергосистемах, филиалах и районах электросетей, на крупных обслуживаемых подстанциях, в промышленных организациях.

Шестой общий принцип автоматизированного энергоучета выражает отношения между базами данных счетчиков и базой данных корпоративной компьютерной сети. Базы данных счетчиков нижнего уровня АСКУЭ дублируются полностью или частично в базе данных КВС соответствующего субъекта. Длительное хранение данных учетов необходимо разрешения правовых конфликтов, возможных между субъектами рынка энергии.

Седьмой общий принцип автоматизированного энергоучета выражает требования к программному обеспечению технических средств АСКУЭ (УСПД, КВС). Программное обеспечение технических средств АСКУЭ должно соответствовать их метрологическим характеристикам и иметь защиту от несанкционированного доступа с помощью стандартных средств защиты (пароли доступа, ключи, регистрация событий).

Восьмой общий принцип автоматизированного энергоучета определяет требования к каналам связи между основным и верхним уровнями АСКУЭ. Тип и пропускная способность канала связи должны соответствовать задачам, решаемым на верхнем уровне АСКУЭ субъекта. Рекомендуются для каналов связи АСКУЭ обеспечивать скорость передачи в диапазоне 9600 бит/с и выше. В качестве каналов связи в АСКУЭ могут быть использованы каналы высокочастотной связи по линиям электропередачи, физические линии, выделенные или коммутируемые телефонные каналы, радиоканалы, оптоволоконные каналы, каналы сотовой, спутниковой и других видов связи.

Появление на рынке средств приборного учета электроэнергии различных однофазных и трехфазных многотарифных электронных счетчиков поставило перед разработчиками АСКУЭ дилемму: идти дальше привычным путем создания систем с дистанционным числоимпульсным сбором данных учета от индукционных счетчиков-датчиков или электронных счетчиков с телеметрическими выходами либо перейти на новые принципы организации учета электроэнергии, выбрать которые позволяют современные электронные счетчики.

Полное использование этих открывшихся возможностей становилось доступным только при отказе от принципа числоимпульсного сбора данных, на основе которого в странах СНГ, и прежде всего в России, уже были реализованы в энергосистемах и на промышленных предприятиях тысячи АСКУЭ, и переходе к принципу сбора данных по цифровым интерфейсам.

Только цифровой интерфейс с соответствующим протоколом обмена позволяет адресоваться к той или иной разнородной информации внутри счетчика, в полной мере использовать все его возможности. И, кроме того, существенно повысить достоверность дистанционного приема данных учета на верхних уровнях АСКУЭ (ведь при любых ошибках в каналах связи появляется возможность повторных запросов информации из базы данных счетчика).

Экономическая эффективность АСКУЭ

Объектами автоматизации энергоучета являются генерирующие источники энергосистем, электрические сети и их филиалы, а также потребители различных групп. Каждая структура энергетического комплекса несет определенные затраты на создание АСКУЭ. Поэтому необходимо оценить результаты вложения этих затрат, с тем чтобы они окупились в приемлемые сроки. На первых этапах реструктуризации электроэнергетики сохраняются две категории участников процесса функционирования энергетического комплекса - поставщик энергии, располагающий генерирующими источниками, питающими и распределительными сетями, и потребитель, имеющий с поставщиком точку разграничения балансовой принадлежности элементов энергохозяйства на одном из уровней напряжения электрических сетей. Каждая из этих двух категорий в виде самостоятельных юридических лиц функционирует в условиях единого технологического процесса производства и потребления энергии. Важным результатом их совместной деятельности является режимное взаимодействие, заключающееся:

в снижении пиковых нагрузок на контрольных временных интервалах графика совмещенной нагрузки энергосистемы при суточном, недельном и сезонном регулировании электропотребления и мощности;

в совместной оптимизации режимов в узлах электрических нагрузок по напряжению, активной и реактивной мощности.

Указанные режимные взаимодействия обеспечивают поставщику энергии получение следующих результатов:

-отсрочку ввода генерирующих мощностей до 90 тыс.кВт, или в сумме 90 миллионов долларов США (из расчета 1000 долларов США капитальных вложений на каждый кВт установленной мощности) при снижении пиковых нагрузок на 1 процент, и в сумме 450 миллионов долларов США при снижении пиковых нагрузок на 5 процентов (на 450 МВт);

-снижение при суточном регулировании графиков нагрузки удельного расхода топлива на выработку электроэнергии от 1 до 1,6%, что при среднем удельном расходе по энергосистеме в 276,4 г/кВт·ч по итогам 2004 года составит от 2,8 до 4,4 г/кВт·ч или при годовой выработке в объеме 30 млрд.кВт·ч обеспечит экономию от 4 до 7 миллионов долларов США ежегодно[3];

-снижение технологического расхода активной мощности на передачу реактивной при совместной оптимизации режимов в узлах нагрузок по напряжению, активной и реактивной мощности (основной результат может быть получен от выбора мощности и мест установки потребителями компенсирующих устройств, обеспечивающих поддержание

соответствующего режима напряжения) при снижении общего технологического расхода активной энергии от совместной оптимизации режимов на 1 процент (260 миллионов кВт·ч/год) и тарифе на электроэнергию, равном 0,04 долларов/кВт·ч (80 руб./кВт·ч), результат составит 10,4 миллиона долларов США в год.

Потребитель в результате режимного взаимодействия с поставщиком энергии может рассчитывать на снижение дифференцированного по зонам времени тарифа на отпускаемую энергию в среднем не менее чем экономия энергосистемы от регулирования нагрузок, т.е. на 5 - 7 процентов в случае обеспечения такого регулирования с помощью регулировочных мероприятий (потребители-регуляторы могут иметь экономический эффект значительно выше приведенного показателя).

Дополнительными эффектами внедрения АСКУЭ станут результаты, обеспечиваемые каждой из сторон "поставщик - потребитель" самостоятельно и независимо от режимного взаимодействия. Такими результатами будут снижение:

-безучетного расхода электроэнергии в результате полного охвата всех уровней энергоучета высокоточными средствами измерений АСКУЭ как в структурах поставщика энергии, так и потребителя. Снижение безучетного расхода и выявление его источников обеспечит возможность реальной оценки экономических показателей работы сторон и стабилизации этих показателей на обоснованном уровне. При этом, как правило, достигается экономия более 1 процента отпуска энергии, т.е. более 0,26 млрд.кВт·ч, или 10,4 миллиона долларов США. В частности, при замене однофазных индукционных счетчиков класса 2,5 (3,5 миллиона штук) на электронные класса 1,0 и 2,0 ежегодный экономический эффект составит 6 - 8 миллионов долларов США;

-удельных расходов (удельных норм) электропотребления в технологических процессах и в энергоемких агрегатах с помощью анализа расходов в различных режимах работы с применением АСКУЭ. Анализ электропотребления как агрегатами собственных нужд генерирующих источников, так и агрегатами промышленной сферы (электродвигатели, электропечи, электрооборудование холодильных установок, электрифицированный транспорт и т.д.) дал возможность выявить по различным оценкам до 5 - 15 процентов экономии расхода электроэнергии, что в расчете на 500 тысяч кВт мощностей при числе часов их использования, равном 5000 часов в год, и среднем тарифе в 0,04 доллара США кВт·ч составит до 100 миллионов долларов США в год без учета затрат на модернизацию выявленных низкоэкономичных электроустановок (при затратах, равных 80 процентов от рассчитанной возможной экономии, экономическая эффективность по данной составляющей будет равна до 20 миллионов долларов США в год).

Ограничимся приведенным перечнем и оценочными характеристиками ожидаемой эффективности внедрения АСКУЭ, отметив, что на последующих этапах эти составляющие могут уточняться и более детально обосновываться. С учетом затрат на создание всех АСКУЭ потребуется ориентировочно до 500 миллионов долларов США (кроме затрат на приборы первичного учета сюда включаются затраты на работы, модернизацию аппаратуры и каналов связи, развитие корпоративной вычислительной сети, программное обеспечение) и расчетного срока внедрения АСКУЭ 8 лет, определим, что ежегодно на создание полномасштабной АСКУЭ потребуется вкладывать до 62,5 миллиона долларов США. Ежегодный результат от внедрения АСКУЭ, судя по приведенным выше оценочным характеристикам, может составить в сумме $(450 / 8) + 5,5 + 10,4 + 10,4 + 20 - (500 / 8) = 40$ миллионов долларов США в год (если экономию затрат, связанную с отсрочкой сооружения дополнительных генерирующих источников на общую мощность 450 МВт, разнести на 8 лет).

Следует отметить, что для получения расчетного эффекта необходимо должным образом использовать всю информацию, создаваемую АСКУЭ, что предъявляет к управляющему персоналу и пользователям АСКУЭ определенные требования по квалификации и умению принимать решения на основе точной, достоверной и оперативной информации. Величина эффекта от внедрения АСКУЭ, с одной стороны, определяется

качеством управления, а с другой - полнотой и завершенностью АСКУЭ (от фрагментарной АСКУЭ следует ожидать и меньшего эффекта).

Проблемы создания АСКУЭ затрагивают все отрасли экономики и поэтому имеют межотраслевой характер. Ориентировочное распределение затрат на создание АСКУЭ (500 миллионов долларов США) имеет следующий вид [3]:

-население (индивидуальные и многоквартирные жилые дома) - 300 миллионов долларов США;

-энергосистема - 50 миллионов долларов США;

-промышленные организации - 50 миллионов долларов США;

-непромышленные потребители - 50 миллионов долларов США;

-сельскохозяйственные потребители - 50 миллионов долларов США.

Заключение

Полное использование этих открывшихся возможностей становилось доступным только при отказе от принципа числоимпульсного сбора данных, на основе которого в странах СНГ, и прежде всего в России, уже были реализованы в энергосистемах и на промышленных предприятиях тысячи АСКУЭ, и переходе к принципу сбора данных по цифровым интерфейсам.

Только цифровой интерфейс с соответствующим протоколом обмена позволяет адресоваться к той или иной разнородной информации внутри счетчика, в полной мере использовать все его возможности. И, кроме того, существенно повысить достоверность дистанционного приема данных учета на верхних уровнях АСКУЭ (ведь при любых ошибках в каналах связи появляется возможность повторных запросов информации из базы данных счетчика).

Следует отметить, что для получения расчетного эффекта необходимо должным образом использовать всю информацию, создаваемую АСКУЭ, что предъявляет к управляющему персоналу и пользователям АСКУЭ определенные требования по квалификации и умению принимать решения на основе точной, достоверной и оперативной информации. Величина эффекта от внедрения АСКУЭ, с одной стороны, определяется качеством управления, а с другой - полнотой и завершенностью АСКУЭ.

Литература

1. Электротехнический справочник: Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии./ Под общ. ред. профессоров МЭИ. – М.: Издательство МЭИ, 2004, 964 с.
2. Постановление Министерства энергетики Республики Беларусь от 30.08.2005 N 28 "О Концепции приборного учета электрической энергии в Республике Беларусь" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pravo.levonevsky.org/bazaby11/republic28/text827.htm>. - Дата доступа: 04.04.2018