

«Интеллектуальная» сеть: пока еще миф,
пора стать реальностью!

Дж. Пиани

РЕПРИНТ СТАТЬИ

Источник:

«Автоматизация
в промышленности»,
апрель 2012

Научно-технический
журнал



«ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ» СЕТЬ: ПОКА ЕЩЕ МИФ, ПОРА СТАТЬ РЕАЛЬНОСТЬЮ!

Дж. Пиани (ЗАО «Системы Связи и Телемеханики»)

Рассматриваются наиболее важные аспекты функциональности Smart Grid и возможность их применения в России. Описывается технология «интеллектуальных» сетей на основе смарт-счетчика КИПП-2М компании «Системы Связи и Телемеханики».

Ключевые слова: «интеллектуальная» сеть, Smart Grid, смарт-счетчик, управление спросом, управление нагрузками, энергоэффективность, распределительные сети.

Введение

Об «интеллектуальных» сетях – Smart Grid в последнее время много говорят как в развитых странах, так и в России. Предлагаемые долгосрочные перспективы заманчивы: нередко встречаются высказывания даже о том, что благодаря «интеллектуальным» сетям энергопотребление можно снизить, например на 20 %, сетевые потери – на 50 % и т. п. Соответствующие лозунги, такие как «переход из «глупых» и «односторонних» к «умным», «цифровым» и «двухсторонним» сетям транспорта и распределения электроэнергии» – привлекательны. Вместо мощности транспортируется информация.

Насколько применение «интеллектуальных» сетей реально, особенно в России? Могут ли они действительно помочь достижению цели оптимизации в потреблении электроэнергии? В самом деле, в России технология для «умной» работы энергосети уже существует, в том числе и отечественная. Если цели внедрения «интеллектуальных» сетей определить реалистично, тогда они могут себя хорошо окупить. Сейчас нужно не изобретать новые технологии, а в первую очередь реализовывать организационные решения и предлагать подходящие тарифные структуры.

Рассмотрим, как наиболее важные аспекты функциональности «интеллектуальных» сетей могут быть реализованы с помощью интеллектуального счетчика КИПП-2М компании «Системы связи и телемеханики» (г. Санкт-Петербург). Но для начала, сравнивая теоретические представления и реальный опыт зарубежных стран, попытаемся частично отделить зерна от плевел в вопросе «интеллектуальных» сетей.

Важнейшие функции «интеллектуальных» сетей

Существуют два уровня работы Smart Grid: высокий-абстрактный, на котором решаются стратегические вопросы управления сетью, и «низкий» уровень прямого контроля потребительских нагрузок. Цели «интеллектуальных» сетей на высоком уровне часто подразумевают: улучшенную согласованность между генерирующими компаниями и потребителями, использование разных видов генерирующих устройств (в том числе нетрадиционных источников, «малой энергетики»), надежную и качественную работу энергосистемы, минимизацию потерь, способность сети к самовосстановлению после аварий и др. На уровне прямого контроля важнейшими функциями являются дистанционный сбор данных энергопотребления (периодически или по



Это многофункциональный счетчик учета энергии и устройство телемеханики для систем АИИС КУЭ и АСДУ.

Смарт-счетчик «КИПП-2М» предлагает все необходимые функции для поддержки работы «интеллектуальных» сетей:

- сбор и долгосрочное сохранение данных;
- класс 0,2S;
- создание профилей энергопотребления;
- измерение по четырем квадрантам;
- учет по четырем тарифным зонам (Time-Of-Use, TOU);
- измерение параметров качества электроэнергии;
- 10 цифровых входов (телесигнализация);
- 2 канала телеуправления; интерфейсы RS-485 и RS-232, Ethernet, оптический;
- протокол связи МЭК 60870-5-101/104;
- синхронизация времени (с внешними метками времени, системами ГЛОНАСС, GPS);
- встроенное резервное питание от аккумуляторной батареи.

Рис. 1. Интеллектуальный счетчик КИПП-2М

требованию) и удаленное управление нагрузками. Только на основе базовых функций прямого контроля можно выполнять задачи высокого уровня, однако функции высокого уровня до сих пор нигде однозначно не определены. Соответствующих стандартов, в том числе международных, пока еще нет, имеются только несколько некрупных пилотных проектов. С другой стороны, функции «интеллектуальных» сетей на низком уровне хорошо понятны, они могли бы относительно быстро быть реализованы и принести реальную экономическую выгоду.

Удаленный и регулярный сбор данных потребления электроэнергии – это основная функция «интеллектуальных» сетей. С помощью смарт-счетчиков можно выполнять интервальную тарификацию, выставлять точные счета вскоре после актуального энергопотребления, легко дифференцировать тарифы по часам и дням потребления, а также отслеживать попытки хищения электроэнергии. По западному опыту, данный вид функциональности смарт-счетчиков окупается только в тех случаях, когда трудовые затраты на сбор и проверку данных энергопотребления высоки. Единственная реальная выгода для мелкого потребителя существует, только когда сбытовая компания предлагает возможность ведения удобного учета и платежа. С помощью смарт-счетчиков и Internet-приложений можно также анализировать энергопотребление на уровне индивидуального потребителя. Часть потребителей (далеко не все) проанализируют затраты на энергопотребление и постараются снизить свои расходы на электроэнергию.

Дистанционное управление нагрузками – еще одна ключевая функция «интеллектуальных» сетей. Потребительское оборудование должно иметь возможность полного отключения или работать на сниженном уровне энергопотребления. Цель управления нагрузками: либо полный сброс нагрузок, либо их смещение на время низкого энергопотребления или на время, когда предлагается дополнительная выработка (например, от распределенных генераторов). Задача выполняется посредством установки устройства управления у счетчика потребителя (то есть на границе балансовой принадлежности) или прямо на оборудование. С помощью такого устройства генерирующая или сетевая компания может дистанционно снизить или выключить нагрузку.

Подходящими видами нагрузок, которые при необходимости могут быть частично или полностью выключены или работа которых может быть сдвинута на несколько часов вперед или назад, являются насосы, электрическое отопление, вентиляция, охлаждение. Как правило, в ходе технологической цепочки должен быть предусмотрен некоторый накопительный буфер для поддержания непрерывности работы процесса. Хорошим примером являются отопление и охлаждение: с одной стороны, они потребляют большое количество электроэнергии, с другой – во многих случаях тепло или холод мож-

но сохранить без риска для процесса или дискомфорта для людей.

По оценкам других стран, технологический потенциал для уменьшения нагрузки составляет до 10 % от номинальной нагрузки энергосети, из которых уменьшение на 3...5 % является экономически обоснованным и практически достижимым. При этом есть значительная разница между индивидуальными и промышленными потребителями с установленной мощностью 100 кВт и выше. Сначала рассмотрим индивидуальных потребителей.

Мелким потребителям «интеллектуальная» сеть не на пользу

Положение индивидуальных потребителей в отношении «интеллектуальных» сетей можно проиллюстрировать на личном примере. У меня дома «интеллектуального» счетчика нет, но и без него профиль энергопотребления хорошо известен. Базовая нагрузка низкая – ≤ 200 Вт: энергосберегающие лампочки, холодильник, ПК, музыкальный центр, телевизор. Пики потребления связаны с работой тепловых приборов: кипятильник, утюг, стиральная машина. Такие пики коротки: для кипячения 1 л воды кипятильнику (1,8 кВт) потребуется всего 3 мин. Это значительный пик потребления, но его сглаживать – значит остаться без утреннего кофе. При стоимости электроэнергии 5 руб./кВтч вскипятить 1 литр горячей воды стоит всего 50 коп. Экономической выгоды смещения такой нагрузки на более позднее время нет.

Стиральная машина и посудомоечная машина – единственные домашние приборы с относительно высокой нагрузкой, которые подходят для удаленного управления: есть буфер (грязная одежда или посуда), они работают циклически, их время работы без затруднений можно перенести в разумных пределах. В Германии проводят эксперименты телеуправления стиральными машинами с помощью специального устройства, установленного у розетки. Сбытовые компании предлагают скидку на цену электроэнергии для работы тех машин, которые включаются удаленно и только когда доступна электроэнергия от возобновляемых источников.

Удаленное управление нагрузками впервые появилось в США. Там самый популярный вид проживания – большие, односемейные дома, которые отапливаются и, что важнее, охлаждаются кондиционерами с типичной мощностью 5...15 кВт. Несколько энергокомпаний предлагают спецтарифы для удаленного управления кондиционерами с целью сглаживания пиков потребления в самые жаркие часы дня. Управление осуществляется либо посредством прямой удаленной команды включения/выключения, либо с помощью смарт-счетчика, который фиксирует точный профиль потребления в течение дня.

Однако, если какое-то решение успешно реализовано где-то в мире, совсем не обязательно, что

оно подойдет и для России. У нас самые серьезные и длительные пики энергопотребления обусловлены электрическими отопительными приборами зимой при нехватке регулярного отопления зданий. Дистанционное выключение батарей во время зимних пиков вряд ли пользовалось бы большой популярностью у потребителей. На данный момент в России двухуровневый тариф – это самый подходящий инструмент для стимулирования переноса некоторых нагрузок на непиковое время. В основном это касается только стиральных и посудомоечных машин.

Очевидно, что для индивидуальных потребителей особенно в России пока еще не актуальны вопросы применения «интеллектуальных» сетей. Для средних и крупных потребителей, наоборот, подобные решения уже сегодня могут принести реальную выгоду. Далее рассмотрим конкретные примеры применения функциональности Smart Grid на основе счетчика КИПП-2М.

Пример 1. Управление нагрузками для средних и больших потребителей

При текущем состоянии техники и с учетом возможного экономического результата управление нагрузками оправдано при 100...500 кВт подключенной мощности или выше. Такому потребителю поставщик электроэнергии может предложить цены в зависимости от конкретного времени потребления электроэнергии и от особых договорных условий на ограничение или полное отключение нагрузки.

Большие торговые центры и холодильные склады, а также жилые и офисные здания являются наиболее энергоемкими типами современных коммерческих объектов. Это идеальные объекты для прямого управления нагрузками. Благодаря высокой собственной тепловой инерции стены, воздух внутри здания и хранимый охлажденный продукт в холо-

дильных складах могут сохранять тепло или холод на необходимом уровне даже в течение несколько часов. Большинство торговых центров и холодильных складов не особо чувствительны к временной эксплуатации на пониженной мощности отопления и охлаждения, кроме этого, работа обогревательного или холодильного оборудования не связана с конкретным расписанием, а только с определенными циклическими интервалами включений/ выключений. Заявленная электрическая мощность маленьких продуктовых магазинов соответствует 30...60 кВт, в крупных зданиях, в торговых центрах и на складах она достигает 1,5...2 МВт и выше. Как правило, более половины нагрузки приходится на отопительное или охлаждающее оборудование, например, на холодильных складах – до 60...70 %. Потенциал для снижения подключенной нагрузки составляет примерно 10...20 % и может доходить до 30 % пиковой мощности. Таким образом, выключение нескольких агрегатов или изменение установленной температуры в здании может быстро освободить несколько десятков и даже сотен кВт мощности.

Для автоматического решения этой задачи необходимы системы типа BMS (Building management system) для управления агрегатами отопления, охлаждения и кондиционирования воздуха в зданиях или EMS (Energy management system) для отслеживания параметров эксплуатации отопительного и холодильного оборудования в производственных процессах и на складах. Смарт-счетчик КИПП-2М работает как интерфейс между потребителем и сетевой компанией, получая команды включения и выключения нагрузок. В простых системах КИПП-2М может управлять агрегатами напрямую, а в более комплексных решениях передавать команду управления нагрузками в виде уставки для систем типа BMS или EMS (рис. 2).

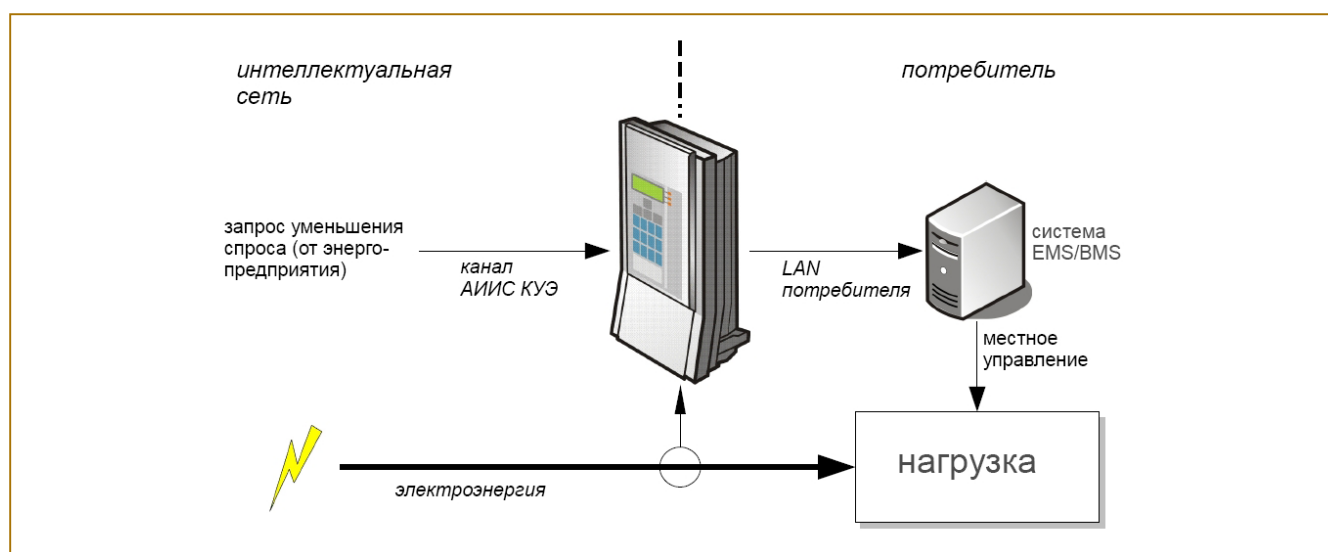


Рис. 2. Схема подключения систем типа EMS/BMS через смарт-счетчик КИПП-2М к диспетчеру управления нагрузкой в Smart Grid

Пример 2. Увеличение пропускной способности распределительных сетей

Одной из наиболее важных проблем в энергетике многих стран, в том числе и России, является недостаточная пропускная способность распределительных сетей, что означает повышенный риск возникновения аварийных ситуаций и отключений. К тому же, недостаток пропускной способности не позволяет подключать к сети дополнительных платежеспособных потребителей, что приводит к потере потенциальных доходов. Увеличение пропускной способности энергосетей позволило бы еще некоторое время эксплуатировать существующие сети электроснабжения с повышением надежности, а также подключить новых потребителей. Пропускную способность можно увеличить, используя простое решение по распределению нагрузок со значительно более низкими инвестициями в рублях на кВА, чем для установки новых трансформаторов и прокладки кабелей. Уровень освобождающейся мощности составляет примерно 5 % от максимальной заявленной.

Главный принцип для освобождения пропускной способности в распределительной сети – координация подключения больших циклических нагрузок различных потребителей (рис. 3). Это решение похоже на то, которое уже используют большие энергопотребители с договорами по двухставочному тарифу. Распределяя внутренние нагрузки посредством координации работы оборудования, эти потребители могут значительно уменьшить заявленную мощность, а значит и плату за нее. Суть в том, что каждый договор поставки электроэнергии гарантирует доступ к определенному уровню мощности, то есть заявленной нагрузке, в любое время. В проектиро-

вании подстанций и прокладке кабелей исходят из того, что в принципе всем потребителям может потребоваться максимальная мощность одновременно. Таким образом, при достижении суммарной номинальной нагрузки в сетях или подстанциях больше пользователей подключить нельзя. Однако, как правило, не всем потребителям необходима максимальная мощность одновременно. С помощью координации подключения нагрузок можно гарантировать доступ к определенному уровню мощности, который хотя и является свободным, но формально не доступен. По аналогии с подобными решениями в областях телекоммуникации и операционных систем можно говорить о доступе к «виртуальной» пропускной способности.

Для координации подключения нагрузок возможны два подхода, которые требуют установки smart-счетчика у каждого узла присоединения потребителя. Первое решение основывается на дистанционном управлении присоединенными нагрузками со стороны энергопредприятия, которое таким образом определяет конкретный график работы оборудования. В зависимости от текущего состояния сети и от договорных условий организационный центр предприятия удаленно повышает или понижает предел доступной мощности каждого потребителя. В коммерческих договорах предусматриваются такие аспекты, как число изменений или отключений за определенный период времени, их длительность, время, в которое они могут произойти и др.

Во втором решении используется не технический, а коммерческий инструмент, то есть тарифы для снижения нагрузок и распределения во времени подключенной мощности потребителей. Тариф на присоединение делится на две части: «базовую»

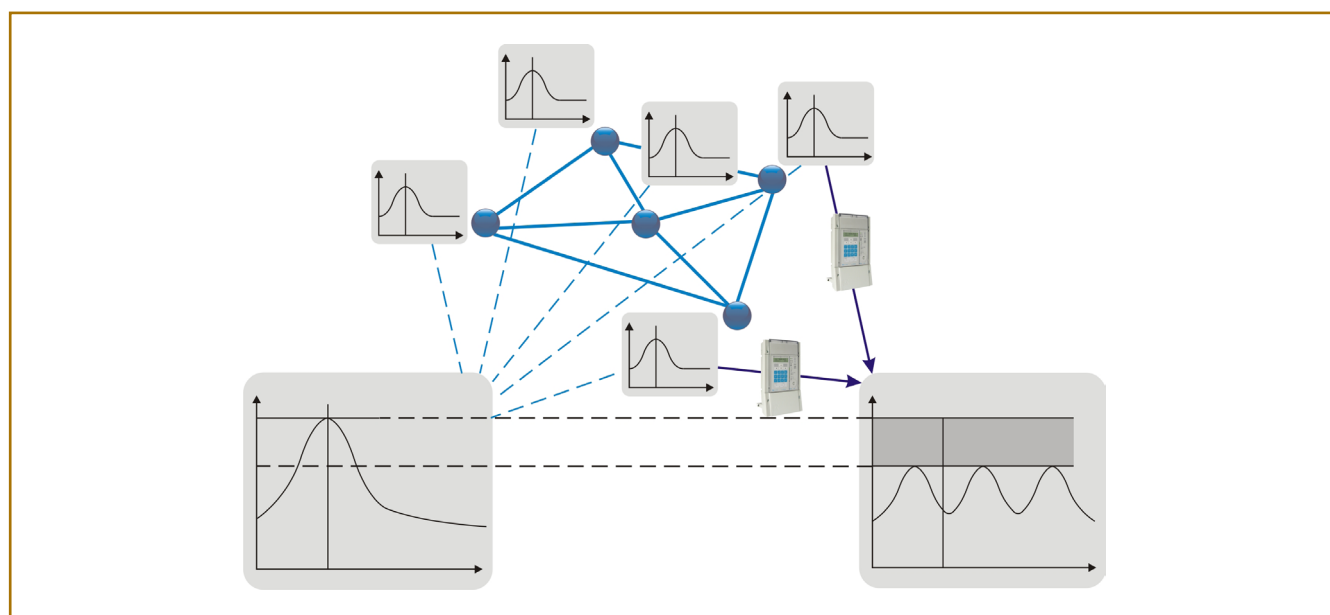


Рис. 3. Распределение нагрузок во времени: освобожденная пропускная способность перераспределяется между другими потребителями (виртуальная пропускная способность)

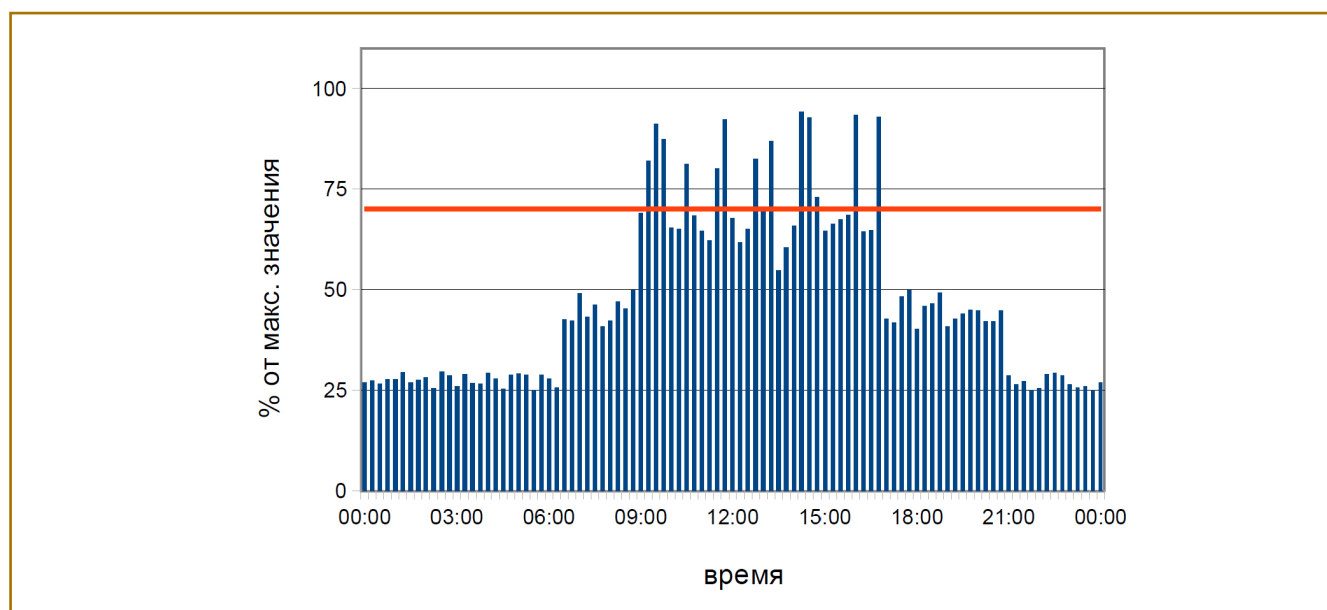


Рис. 4. Профиль энергопотребления промышленного потребителя с указанием предварительного лимита для экономической выгоды различных видов тарифов на потребление мощности, «безлимитного» или «поминутного». В рабочее время (9...18 ч) энергопотребление не повышает 70 % заявленной мощности, кроме этого возникают короткие, но значительные пики. Предполагается, что расходы на подключение 100 % мощности — 10 тыс. руб. Если разбить плату за подключение на 70 % базовой (безлимитной) и 30 % поминутной нагрузки, общие расходы составят 9200 руб. При этом освобождается 30 % пиковой мощности на 60 % времени.

и «пиковую» мощность. Этот принцип похож на безлимитный и поминутный тарифы для телефонии. Тариф на «базовую» мощность — это тариф на присоединение («безлимитный») в рублях на кВА в месяц. Этот тариф дает право на подключение заявленной нагрузки без временных ограничений. Тариф на «пиковую» мощность ориентируется на время фактического подключения нагрузки, например, в рублях на кВА и минуту. Такой тариф дает право присоединить определенный уровень мощности и платить только за то время, когда нагрузка действительно подключена. Если максимальная заявленная мощность требуется только в короткие промежутки времени, например, несколько минут каждый час, тогда такая тарифная структура выгодна для потребителя. И наоборот, при длительном включении пиковой нагрузки оплата за нее стала бы значительно выше базовой (на рис. 4 показан пример на основе профиля энергопотребления промышленного потребителя).

«Поминутный» тариф был бы выгодным для тех потребителей, у которых нет необходимости постоянно использовать всю заявленную мощность, то есть у которых наиболее энергоемкое оборудование работает циклически и в относительно короткие промежутки времени. Для выявления таких потребителей необходим smart-счетчик с поминутной регистрацией энергопотребления, функцией записи и хранения. Из анализа данных энергопотребления будет видно, насколько тариф был бы выгодным для каждого конкретного потребителя. Smart-счетчик КИПП-2М может предоставить подробные данные об энергопотреблении для оценки возможных объ-

емов снижения нагрузок. В случае прямого управления нагрузками сетевой или сбытовой компанией при использовании комплексного решения должна быть обеспечена возможность удаленного включения/выключения. Со счетчиком КИПП-2М можно либо получать команду по каналу телемеханики, либо напрямую управлять оборудованием, либо передавать данную команду по местной шине связи.

На данный момент в России нет тарифов для «виртуального» подключения мощности. Однако сетевые компании уже заявляют о возможности высвободить часть мощности существующих потребителей и отдать в распоряжение других. Предлагается, например, «снизить объем собственной присоединенной мощности с одновременным перераспределением данного объема в пользу иных потребителей» (см. сайт МОЭСК). Вид тарификации, предложенный здесь, позволяет осуществлять перераспределение мощности не на основе бумажных договоров, а динамично. Судя по существующим решениям, когда МРСК будет предлагать подобный подход, скорее всего, его будут называть «активноадаптивным перераспределением мощности».

Пример 3. Покупка и продажа электроэнергии

При наличии собственной ко-генерационной станции некоторые потребители могут стать продавцами электроэнергии, а сбытовые компании — покупателями. Для сбытовых компаний выгода заключается в снижении затрат для собственной генерации. Это выгодно как для производителя, так и для потребителя.

Выводы

Примером удаленных генерирующих станций являются ко-генерационные установки для обеспечения больших зданий, таких как промышленные предприятия или торговые центры. В определенных ситуациях, такие потенциально крупные потребители не могут подключиться к сетям электро- и теплоснабжения из-за нехватки генерирующей мощности или пропускной способности электросети. Последние годы СМИ сообщали о подобных случаях с известными мегамоллами. Энергообеспечение большого объекта можно решить путем маленьких ко-генерационных станций на объектах, рассчитанных для покрытия собственного спроса на тепловую энергию. Однако при оптимальном обеспечении объекта теплом генерация электроэнергии может стать дефицитной или избыточной, причем ситуация постоянно меняется в течение дня. Для такого вида потребителя оптимальным решением является покупка электроэнергии в дефицитное время и ее продажа, когда генерация выше собственного потребления. Управление решениями покупки и продажи — одна из важнейших функций «интеллектуальных» сетей.

Счетчик КИПП-2М регистрирует передачу энергии для активного и реактивного обмена мощностями в двух направлениях. Потребители, имеющие генерирующие установки, такие как промышленные генераторы электроэнергии и тепла, могут периодически как покупать, так и продавать энергию в общую сеть. Счетчик КИПП-2М также регистрирует величины обмена электроэнергией (совокупные, ежедневные, ежемесячные, сгруппированные по различным тарифным зонам) с метками времени смены направления передачи. Данные, поставляемые счетчиком, достаточны для коммерческого учета покупки и продажи электроэнергии.

Можно легко проверить, насколько «интеллектуальные» сети и счетчики могут эффективно работать в России. Для этого достаточно предложить структурированные тарифы на спрос и тарифы для снижения энергопотребления или для продажи энергии от собственной генерации в сеть. Таким образом, потребитель сам определил бы, насколько ему выгодно следовать программам снижения и координации нагрузок, которые являются первым и основным шагом к «умным» сетям.

Для индивидуальных потребителей удаленный сбор данных и автоматическая подготовка счетов на электроэнергию могут быть удобными, но «умные» решения пока еще неактуальны, особенно в России. При этом следует заметить, что должен быть разумный компромисс между объемом собранной информации и ожидаемой выгодой. Не стоит собирать и хранить информацию просто так, делать это необходимо только с четко определенными целями: задачи определяют вид и объем информации, который нужно собрать и обработать.

Главные задачи «умной» работы энергосети — не технологические, а организационные и экономические. «Интеллектуальные» сети могут работать только на фоне подходящих экономических условий, в которых определены как платежи, так и компенсации. Пересмотр тарифов и внедрение решений для «активно-адаптивного перераспределения мощности» были бы самым значительным шагом в пользу «умных» сетей в России. Без этого вряд ли «интеллектуальные» сети будут работать и положительно восприниматься потребителями. Таким образом, они могут стать только одним среди многих лозунгов о неперспективных решениях для энергетики, таких как водородная экономика, биодизель, торговля квотами по Киотскому протоколу, улавливание и хранение углекислого газа, проблема 2000 года и др.

*Пиани Джангуидо — канд. техн. наук, зам. ген. директора по развитию ЗАО «Системы Связи и Телемеханики».
Контактный телефон (812) 531-13-68.
E-mail: PianiG@ctsspb.ru Http://www.ctsspb.com*

Россия, 195265, Санкт-Петербург, Гражданский пр., д.111, литер А
тел: (812) 448-5900, 531-1368; факс: (812) 596-5801
cts@ctsspb.ru; www.ctsspb.ru