

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ УЧЕТА ТЭР

Сычев А.В., инж.

В Государственной программе энергосбережения до 2005 года к основным техническим приоритетам в области энергосбережения относятся дальнейшее развитие систем коммерческого и технического учета всех видов энергоносителей (АСКУЭ). Без автоматизации учета энергоресурсов на промышленных предприятиях невозможно проведение осмысленной энергосберегающей политики и достоверной оценки эффективности принимаемых мер по рациональному использованию энергоносителей.

Под АСКУЭ понимается автоматизированная система контроля, учета и управления выработкой или потреблением электроэнергии. Признак системы - "автоматизированная", подразумевают использование в системе не только автоматических средств, но и человека (как правило, на стадии управления и принятия решений). Понятие АСКУЭ сложилось в последнее десятилетие и претерпело за этот период определенные трансформации. Вначале под АСКУЭ понималась некоторая двухуровневая структура в составе первичных преобразователей на нижнем уровне и вторичного преобразователя (специализированной информационно-измерительной системы) на верхнем уровне для учета, как правило, только электроэнергии. В настоящее время под АСКУЭ понимается иерархически развитая многоуровневая структура (по меньшей мере трехуровневая, с использованием на верхних уровнях ПЭВМ, локальных ЛС или глобальных ГС сетей ПЭВМ), специализированных и универсальных программно-аппаратных средств.

На рис. 1 представлена обобщенная схема АСКУЭ для энергосистемы и промышленных предприятий, которая наглядно раскрывает уровневый характер реализации АСКУЭ для различных объектов этих отраслей.

АСКУЭ промышленного предприятия в общем случае представляет собой многоуровневую распределенную систему, построенную на базе комплекса технических средств (КТС). Распределенная часть системы строится на базе счетчиков электроэнергии и выделенных двухпроводных линий связи между ними и КТС в радиусе удаления до 3 км. Поддержка связи и сбора данных осуществляется аппаратными средствами КТС и программным обеспечением ПЭВМ.

ЭНЕРГОСИСТЕМА

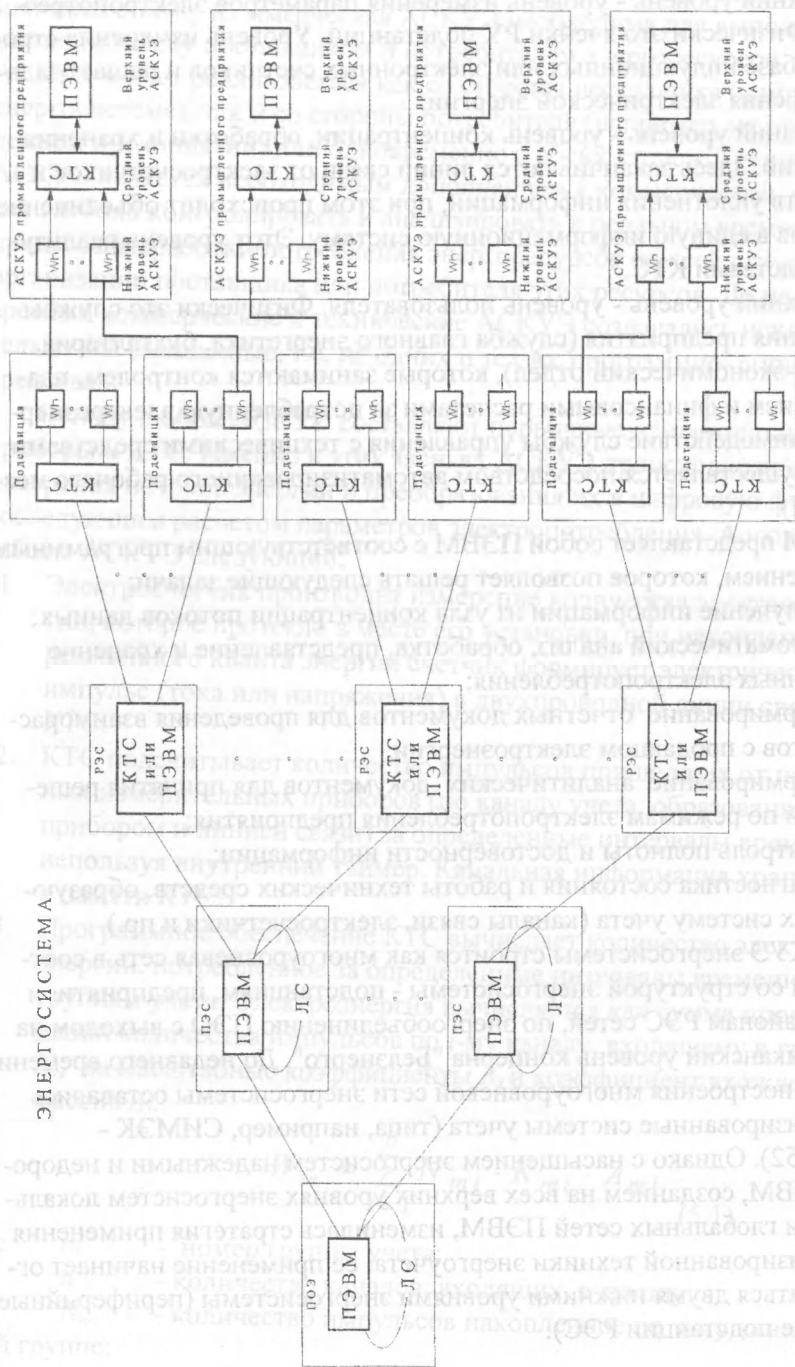


Рис.1. Обобщенная схема АСКУЭ для энергосистемы и промышленных предприятий.

В системе можно выделить следующие уровни действия:

Нижний уровень - уровень измерения параметров электропотребления. Физически это ячейки РУ подстанций. Уровень измерения строится на базе индукционных или электронных счетчиков и решает задачу измерения электрической энергии.

Средний уровень - уровень концентрации, обработки и хранения измерений. Здесь заканчиваются линии связи от электросчетчиков и устройств уплотнения информации, при этом происходит объединение приборов в единую информационную систему. Этот уровень реализуется средствами КТС.

Верхний уровень - уровень пользователя. Физически это службы управления предприятия (служба главного энергетика, бухгалтерия, планово-экономический отдел), которые занимаются контролем, планированием и финансовыми расчетами за потребленную электроэнергию. Взаимодействие службы управления с техническими средствами учета осуществляется посредством автоматизированного рабочего места (АРМ).

АРМ представляет собой ПЭВМ с соответствующим программным обеспечением, которое позволяет решать следующие задачи:

- получение информации из узла концентрации потоков данных;
- автоматический анализ, обработка, представление и хранение данных электропотребления;
- формирование отчетных документов для проведения взаиморасчетов с продавцом электроэнергии;
- формирование аналитических документов для принятия решений по режимам электропотребления предприятия;
- контроль полноты и достоверности информации;
- диагностика состояния и работы технических средств, образующих систему учета (каналы связи, электросчетчики и пр.).

АСКУЭ энергосистемы строятся как многоуровневая сеть в соответствии со структурой энергосистемы - подстанциям, предприятиям ПЭС и районам РЭС сетей, по энергообъединению ПЭО с выходом на республиканский уровень концерна "Белэнерго". До недавнего времени основой построения многоуровневой сети энергосистемы оставались специализированные системы учета (типа, например, СИМЭК - 48/128/252). Однако с насыщением энергосистем надежными и недорогими ПЭВМ, созданием на всех верхних уровнях энергосистем локальных ЛС и глобальных сетей ПЭВМ, изменилась стратегия применения специализированной техники энергоучета: ее применение начинает ограничиваться двумя нижними уровнями энергосистемы (периферийные и узловые подстанции РЭС).

По назначению АСКУЭ делятся на: коммерческие, технические или смешанные. Коммерческая АСКУЭ необходима для выполнения расчетов между поставщиком и потребителем энергоресурсов. Такая АСКУЭ может реализоваться как со стороны поставщика (например, в энергосистеме), так и со стороны потребителя (например, на промышленном предприятии) или одновременно с обеих сторон. Техническая АСКУЭ является необходимым дополнением к коммерческой, позволяя глубоко контролировать и анализировать в реальном времени все процессы выработки/потребления энергоресурсов по всей структурной организации поставщика или потребителя этих ресурсов. До недавнего времени коммерческие и технические АСКУЭ создавались исключительно как смешанные, т.е. на одних и тех же программно-аппаратных средствах.

Основу любой АСКУЭ составляют первичные измерительные приборы и КТС. Именно в этих звеньях АСКУЭ происходят процессы измерения потоков энергии и преобразования их в цифровую форму с последующим расчетом параметров электропотребления. Алгоритм работы АСКУЭ следующий:

1. Электросчетчик производит измерение количества электроэнергии, которое протекло в месте его установки, при накоплении определенного кванта энергии счетчик формирует электрический импульс (тока или напряжения) в двухпроводной линии связи с КТС.
2. КТС подсчитывает количество импульсов пришедших от первичных измерительных приборов (по каналу учета, образованного прибором и линией связи) за определенные интервалы времени, используя внутренний таймер. Канальная информация храниться в памяти КТС.
3. Программное обеспечение КТС вычисляет количество электроэнергии, потребленное за определенные интервалы времени, по группам учета. Электроэнергия вычисляется как сумма произведений количества импульсов по i -му каналу, входящему в группу N_i , на масштабные коэффициенты K_i и коэффициент вхождения в массив A_i .

$$W_m = \sum_{i=1}^n N_{mi} \cdot K_{mi} \cdot A_{mi} \quad (5.1)$$

где m - номер группы учета;
 n - количество каналов, входящих в группу;
 N_{mi} - количество импульсов накопленное по i -му каналу в m -й группе;

K_{mi} - масштабный коэффициент канала i -го канала в m -й группе;

A_{mi} - коэффициент вхождения i -го канала в m -й группе (принимает значения +1 или -1).

Масштабный коэффициент канала численно равен количеству электроэнергии, приходящемуся на один импульс и зависит от коэффициентов трансформации по току K_{tm} и напряжению K_{tn} (при косвенном подключении счетчика), а для индукционных счетчиков и от передаточного числа счетчика R и количества импульсов, формируемых датчиком на один оборот диска, M :

$$K = \frac{K_{tm} \cdot K_{tn}}{R \cdot M} \quad (5.2)$$

где K_{tm} - коэффициент трансформации по току;

K_{tn} - коэффициент трансформации по напряжению;

R - передаточное число индукционного счетчика, об/квт.ч;

M - количества импульсов на один оборот диска, имп/об.

Коэффициенты каналов и массивы группирования формируются на этапе программирования комплекса технических средств пользователей и хранятся в его памяти.

Группы учета определяются в зависимости от структуры электропотребления контролируемого объекта: состава потребителей, тарифных групп, к которым они относятся (бытовые, промышленные и др.). Группы должны быть так сформированы, чтобы АСКУЭ могла обеспечить контроль электропотребления:

- потребителей разных тарифных групп;
- по технологической структуре потребителя;
- крупного силового электрооборудования (трансформаторов, мощных двигателей и т.п.).

Технические средства автоматизации контроля электропотребления

Система информационно-измерительная многоуровневая «СИМЭК»

Комплекс технических средств СИМЭК обеспечивает вычисление 60 параметров электропотребления по 48 или 252 группам учета в зависимости от используемого вычислительного устройства. Позволяет формировать любое количество суточных графиков, не превышающее

количество возможных групп учета для вычислительного устройства.

В состав комплекса входят:

- устройство обработки информации «СИМЭК-252» - производит сбор и обработку импульсов от первичных приборов и вычисление параметров электропотребления по группам учета. Пульт управления обеспечивает индикацию параметров, ручной вызов параметров на индикацию или печать, а также ввод программы пользователя. Имеет возможность передачи по запросу или автоматически на СИМЭК других уровней и ПЭВМ любого параметра или баз данных по каналам с пропускной способностью 100-2400 Бод.
- устройство сбора данных (УСД) - производит прием и накопление данных от первичных приборов по каждому из 16-ти каналов. Обеспечивает подключение до 16 счетчиков электроэнергии с импульсным выходом на расстоянии до 3 км. Выдача результатов накопления в УОИ производится в виде последовательных сообщений по двухпроводной линии длиной до 15 км;
- устройство отображения (УО) - предназначено для отображения групповых параметров энергии и мощности, выдаваемых устройством обработки информации СИМЭК. Количество параметров, выводимых на УО - до 64. Длина линии связи с усилителем устройства отображения - до 2 км;
- усилитель устройства отображения (УУО) - предназначен для преобразования токовых посылок в мощный стык С2 ГОСТ 18145 и служит для обеспечения передачи данных на устройства отображения удаленные до 2 км.

Комплекс СИМЭК обеспечивает периодичность обновления информации и выдачи ее на верхний уровень каждые 3 минуты, а также использование каналов телемеханики и радиоканалов вторичного уплотнения при организации многоуровневой системы учета.

Система энергоконтроля ЭРКОН

Комплекс технических средств ЭРКОН предназначен для организации локальных систем учета энергии и ресурсов с передачей данных и приемом управления по телемеханическим или радиоканалам связи. Функционально система ЭРКОН является аналогом системы СИМЭК и отличается герметичным исполнением, возможностью ввода и редактирования констант пользователя в десятичном виде, полным управлением как со стороны канала связи, так и со стороны местной ПЭВМ. Кроме того, система ЭРКОН вычисляет параметры электропотребления не только по группам учета, но и по отдельным каналам.

Существенным недостатком системы является ограниченная возможность формирования суточных графиков только по 8 группам, что резко снижает ее возможности для решения задач технического учета. Кроме того, в системе отсутствует возможность подключения печатающего устройства.

Счетчики электронные многофункциональные «Альфа»

Многотарифный счетчик электрической энергии «Альфа» предназначен для измерения активной и реактивной энергии. Счетчик представляет собой программируемое электронное устройство с использованием специализированного процессора, позволяющего все этапы преобразований и вычисления сигнала проводить в цифровой форме с высокой степенью точности.

Счетчик «Альфа» фактически является универсальным прибором, позволяющим, в зависимости от программы, загруженной в память, выполнять следующие функции:

- измерение активной энергии и мощности в одном (двух) направлениях;
- измерение активной энергии и мощности в одном (двух) направлениях в режиме многотарифности;
- измерение активной и реактивной энергии и мощности в одном или двух направлениях;
- измерение активной и реактивной энергии и мощности в одном или двух направлениях в режиме многотарифности;
- измерение активной и реактивной энергии и мощности в одном или двух направлениях в режиме многотарифности с записью профиля нагрузки потребителя с интервалом осреднения 1, 3, 5, 10, 15, 30, 60 минут в течение трех месяцев в память счетчика.

Счетчик позволяет контролировать нагрузку потребителя. Сигнал о превышении мощностью порогового значения используется либо как сигнальный, либо для отключения нагрузки с помощью реле управления нагрузкой, когда хотя бы в одном из полных интервалов времени превышает заданное пороговое значение мощности нагрузки, с последующим включением нагрузки при уменьшении мощности.

Счетчик имеет три интерфейса для обмена информацией с другими устройствами:

Оптический порт связи с ПЭВМ через адаптер по интерфейсу RS232, используемый для заводской калибровки, программирования, метрологической поверки и задания различных постоянных и т.д.

Плата электронных реле с оптической развязкой, на выходе которых частота импульсов пропорциональна измеренной энергии.

В составе платы имеются четыре реле для контроля:
активной потребленной энергии;
активной выданной энергии;
реактивной потребленной энергии;
реактивной выданной энергии.

Наличие в счетчиках таких реле позволяет включать счетчики «Альфа» в состав АСУЭ на базе КТС СИМЭК или ЭРКОН.

Токовая петля 20 мА (ИРПС) позволяет передавать по паре информационных проводов не только данные об измеренной энергии и мощности, но и другую информацию: сбой по питанию, временные диапазоны тарифных зон, постоянные коэффициенты, результаты самодиагностики.

Несколько счетчиков «Альфа» могут быть одновременно подключены к ПЭВМ через мультиплексор-расширитель (МПР). Каждый МПР позволяет подключить по своим входным каналам до 16 счетчиков по токовой петле. В единую систему могут быть объединены до 32 МПР и подключены к ПЭВМ, находящейся на расстоянии до 1,5 км. В случае, если компьютер находится на большем расстоянии, связь с МПР может осуществляться через телефонный модем.

В отличие от традиционных систем АСУЭ, счетчики «Альфа» в комплексе в мультиплексором позволяют реализовать другой подход к построению автоматизированной системы учета - интеллектуальный счетчик и неинтеллектуальный концентратор. Такая система отличается повышенной надежностью работы, длительным хранением информации в самом счетчике при перерывах питания, полной защищенностью данных от несанкционированного доступа к ним.

Однако, если к системе АСУЭ предъявляется требование обновления информации в 3-минутном интервале для оперативного контроля, то система на базе счетчиков «Альфа», использующая для связи ПЭВМ с первичными приборами последовательный интерфейс, не может удовлетворить данное требования при числе опрашиваемых счетчиков свыше 20.

Сумматор СЭМ-1

Сумматор СЭМ-1 применяется для автоматизации технического и коммерческого учета электроэнергии по различным тарифам. Сумматор может использоваться не только для учета электроэнергии, но и для технического учета энергоносителей в случае применения первичных преобразователей (расходомеров, датчиков давления и температуры) с числоимпульсными выходами, у которых количество импульсов в единицу времени прямо пропорционально величине контролируемо-

го параметра энергоносителя.

Сумматор имеет 16 входных числоимпульсных каналов для приема импульсов от первичных преобразователей. В качестве датчиков допускается использовать любые преобразователи с релейным, оптоэлектрическим или транзисторным выходом типа "открытый коллектор".

Допустимое расстояние от удаленного СД до сумматора не должно превышать 3 км для кабеля связи с удельным сопротивлением до 190 Ом/км.

Каналы сумматора могут быть со знаком плюс или минус объединены в 6 групп учета. Большинство штатных параметров энергоучета в сумматоре вычисляются не по каналам учета, а по группам.

Сумматор обеспечивает архивирование получасовых графиков нагрузок в числоимпульсной форме по каналам за последние 14 суток и трехминутных графиков за последние 2 часа. Эта информация не отображается на индикаторе, но доступна на верхнем уровне АСКУЭ через цифровой интерфейс сумматора, и является основой компьютерной базы данных по энергоучету в децентрализованной АСКУЭ промышленного предприятия (из канальных графиков нагрузки каждого сумматора на верхнем уровне АСКУЭ формируется любая необходимая информация энергоучета по энергии и мощностям).

Сумматор оснащен двумя интерфейсами RS-232, что позволяет применять сумматора в комбинированных АСКУЭ коммерческого и технического учета: один интерфейсный выход можно использовать для передачи информации на верхний уровень АСКУЭ энергетика предприятия, а второй - на верхний уровень коммерческой АСКУЭ энергоснабжающей организации.

Кроме цифрового интерфейса сумматор обеспечивает выдачу данных первой и второй групп учета по двум выходным импульсным каналам, что позволяет агрегатировать сумматоры с целью увеличения количества каналов ведущего сумматора за счет каналов ведомых сумматоров (таким образом к ведущему сумматору можно подключить до 8-16 ведомых сумматоров). Сумматор дает возможность осуществлять и простейшее автоматическое управление нагрузкой - регулятором, выдавая по каждой из 6 групп учета дискретные сигналы превышения 80-процентной величины лимитов 30-минутной текущей мощности. Эти сигналы через усилители-коммутаторы можно непосредственно использовать для целей управления или сигнализации.

Автоматизированная система «Исток»

Автоматизированная система "Исток" позволяет строить АСКУЭ промышленных предприятий, а также предприятий сельского и

жилищно-коммунального хозяйства. В состав системы входят следующие технические средства:

- контроллер сбора данных (КСД) ЭП 8701 на 16 входных измерительных импульсных каналах, отдельным тестовым каналом с задающей частотой 8 Гц, восемью управляющими сигналами с ТТЛ уровнями и выходным интерфейсом RS-232 или ИРПС (токовая петля 15 тА). Контроллер имеет встроенное резервное питание (аккумулятор на 3 В), позволяющее сохранять накопленную информацию не менее одного месяца. Контроллер накапливает входные импульсы по всем каналам с дискретностью 30 мин за 4 суток (импульсные получасовые суточные графики нагрузки), с дискретностью сутки за 14 суток (импульсные суточные графики нагрузки), а также импульсы по всем каналам с дискретностью 3 мин за текущие полчаса и за предыдущие 3 минуты. Данное устройство по существу является гибридом между УСД и малоканальной системой.
- контроллер ЭП8701М, является модификацией контроллера ЭП8701, и позволяет дополнительно к канальной импульсной информации вести учет по 10 группам по зонным тарифам с возможностью доступа к этой информации через индикацию и клавиатуру. Кроме того, контроллер имеет встроенный полудуплексный радиомодем. Эта разновидность контроллера является полноценной малоканальной системой.
- устройство коммутации и согласования (УКС) ЭП8702М предназначено для объединения технических средств в единую АСКУЭ и подключения ее к ПЭВМ. Устройство имеет 8 информационных каналов ИРПС для подключения средств нижнего уровня (ЭП8701, ЭП8701М, ЭП8707, ЭП8711) и 2 интерфейсных канала связи RS-232 или ИРПС для подключения ПЭВМ и диспетчерского пульта ЭП8703И. Устройство позволяет подключать по каждому информационному каналу до 5 последовательно соединенных средств нижнего уровня (всего к УКС можно подключить до $8 \times 5 = 40$ различных средств нижнего уровня).
- диспетчерский пульт (ДП) ЭП8703И предназначен для оперативного контроля потребления энергоресурсов по группам (до 32 групп) и каналам учета с обслуживанием до 40 периферийных контроллеров. ДП является автономным прибором со своим 16-разрядным индикатором и клавиатурой. Пульт может использоваться для передачи информации между техническими средствами системы и ПЭВМ, а также для контроля технологических функций и работоспособности приборов учета. ДП обеспечивает

- хранение информации о лимитах потребляемых энергоресурсов, тарифных зонах, режимах потребления и составе групп учета.
- контроллер сбора аналоговых данных (КСАД) ЭП8707 предназначен для накопления данных от ПИП измерения энергоносителей (электроэнергия, вода, тепло, пар). Контроллер имеет 4 токовых (0-5мА или 4-20мА) и 8 числоимпульсных каналов (0-5 В частотой 0-50000 Гц), а также тестовый и сторожевой каналы. Прием и накопление информации идет по получасам за 4 суток и по суткам за 14 суток.
- устройство-вычислитель ЭП8711 предназначено для коммерческого и технического учета энергоносителей в виде водяного пара, воды и газа, тепловой энергии с водой и водяным паром и имеет 8 входных измерительных токовых каналов, 3 входных измерительных импульсных каналов и 3 выходных канала обратной связи.

Комплекс приборов системы "Исток" интересен своим подходом к построению АСКУЭ, в основе которого лежит 4-уровневая схема (ПИП - периферийные системы - центральная система - ПЭВМ) с акцентом накопления неименованной информации по получасовым и суточным графикам на уровне периферийных систем (КСД) и окончательной обработкой данных на уровне центральной системы (УКС). Такая система представляет некий переходной гибрид между централизованной и децентрализованной АСКУЭ.

Программно-технический комплекс "СИРИУС"

Программно-технический комплекс (ПТК) "СИРИУС" предназначен для построения автоматизированных систем оперативно-диспетчерского контроля и управления географически распределенными и сосредоточенными объектами различных областей промышленности (в первую очередь для энергетической и нефтегазовой отраслей). Комплекс обеспечивает прием, передачу, ретрансляцию информации о текущих значениях параметров, сообщений телесигнализации, команд телеуправления, телерегулирования, интегральных значений параметров, а также решение задач локального управления технологическими процессами. Комплекс строится как двухуровневая система: Диспетчерский пункт ПУ - контролируемый пункт КП. На верхнем уровне этой системы используются программируемые контроллеры типа СИМПС, ТЕЛЕКОН, МУССОН, а на нижнем уровне контроллеры МИКОНТ-1,2 (контроллеры построены на базе микропроцессорных средств отечественного производства, частности, на микропроцессоре ИМ1821ВМ85).

Комплекс состоит из отдельных компонент, сочетание которых

зависит от поставленной задачи (аппаратура и программный комплекс ПУ, аппаратура и программный комплекс КП, инструментальное программное обеспечение и ПЭВМ с техническими и программными средствами локальных сетей). Основа комплекса - контроллеры верхнего уровня ПУ, связанные между собою телемеханической локальной сетью (ТМС), и контроллеры нижнего уровня КП. По мнению изготовителя, решающее преимущество системы СИРИУС заключается в высокой степени отработанности типовых программно-технических решений и жестких испытаниях (все системы к моменту предварительных заводских испытаний проходят 3-месячное тестирование и наработку, что определяет высокую степень готовности каждого комплекса и его надежность). Модули сопряжения с объектом имеют высокую информативную емкость, техническую законченность по стыковке с датчиков-преобразующей аппаратурой, а система, кроме того, обладает универсальной системой связи.

В рамках стандартных задач телемеханики, решаемых комплексом, решается и задача коммерческого учета энергоносителей. Комплекс позволяет производить ввод информации с приборов коммерческого учета в систему ТМ, осуществлять передачу по каналам связи, отображать данные, производить необходимые расчеты и контролировать достоверность показаний приборов.

Выводы

Современные системы автоматизации учета энергоресурсов позволяют обеспечить непрерывный и достоверный контроль за потреблением энергоресурсов на уровне промышленных предприятий, отдельных цехов и крупных энергоемких агрегатов.

На рынке средств автоматизации имеются разнообразные технические средства, позволяющие выполнять АСКУЭ промышленных предприятий с различным количеством уровней и точек учета и позволяют охватить автоматизированным учетом как мелких (с количеством точек учета в несколько единиц), так и крупных потребителей ТЭР (с количеством точек учета до нескольких сотен).