

УДК 621.311

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УЧЕТА
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ
AUTOMATED CONTROL AND ACCOUNTING SYSTEM
ELECTRICITY OF INDUSTRIAL ENTERPRISES**

А.В. Чучков

Научный руководитель - И.В. Колосова, старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

A. Chuchkov

Supervisor - I. Kolosova, Senior Lecturer
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

***Аннотация.** В статье рассмотрены структура и назначение автоматизированной системы контроля и учета электроэнергии промышленных предприятий. Приведен пример внедрения такой системы на автомобильном заводе.*

***Annotation.** The article discusses the structure and purpose of an automated system for control and accounting energy at industrial enterprises. An example of the implementation of such a system at an automobile plant is given.*

***Ключевые слова.** Электроэнергия, измерение, учет, энергосбережение, система.*

***Keywords.** Electricity, metering, accounting, energy saving, system.*

Введение

В структуре электропотребления энергосистемы Республики Беларусь потребление промышленными организациями составляет приблизительно 60 %. Во времена существования СССР стоимость энергоресурсов была относительно низкой. Вследствие этого была экономически нецелесообразна организация эффективного учета электропотребления.

Однако сегодня ситуация на рынке энергоресурсов изменилась – затраты на них составляют от 20 до 30 % себестоимости выпускаемой продукции, а для энергетически емких предприятий – до 40 %. Поэтому необходимо уделить большое внимание энергосбережению. Значительное энергосбережение имеет место только при наличии достоверных данных о количестве потребляемой энергии. Исходя из этого условия, главным шагом в решении проблемы энергосбережения является создание и внедрение разветвленной по всему предприятию автоматизированной системы контроля и учёта электроэнергии.

Основная часть

Автоматизированная система контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ) – это состоящая из нескольких уровней иерархическая автоматизированная система, обеспечивающая измерение потребляемой энергии и ее такие параметры как ток, напряжение, мощность и др.

Основными задачами АСКУЭ на промышленных предприятиях являются:

- автоматизация сбора информации о потреблении электроэнергии, а также ее предоставление персоналу для решения задач, направленных на эффективное энергосбережение;
- значительное снижение аварий и отклонений контролируемых параметров от допустимых благодаря постоянному мониторингу и оперативным действиям по их регулированию;
- предоставление персоналу результатов измерений и вычислений, проводимых в режиме реального времени;
- снижение коммерческих потерь;
- экономия средств за счет мониторинга и дальнейшего прогнозирования значений потребляемой электроэнергии;
- переход на более прогрессивные форматы оплаты за получаемую энергию.

В современных АСКУЭ применяется трехступенчатая архитектура (рисунок 1).

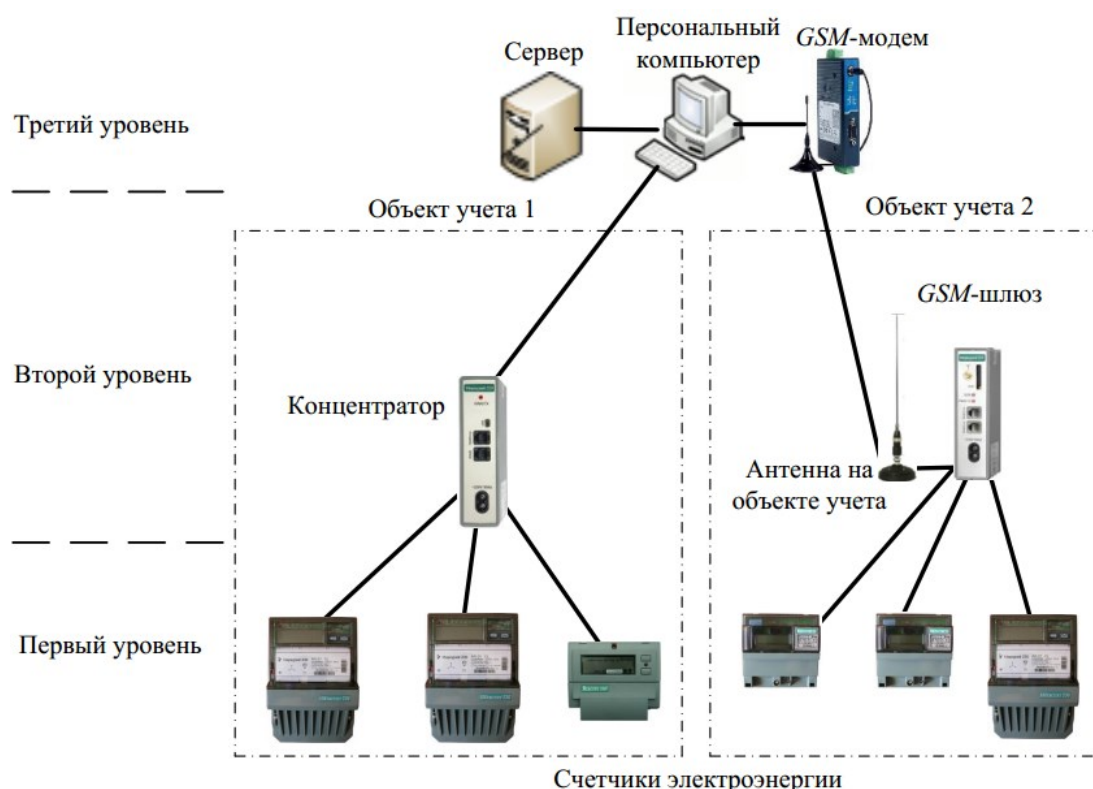


Рисунок 1 – Структура АСКУЭ

Первый уровень позволяет производить измерения параметров электропотребления в учетной точке, регистрацию событий, их сбор и хранение в памяти счетчика, а также выдачу данных в цифровом виде. В состав данного уровня входят элементы, которые в совокупности называются измерительно-информационным комплексом точки учета (ИИК ТУ):

- измерительные трансформаторы тока;
- измерительные трансформаторы напряжения;
- многофункциональные счетчики электроэнергии.

Второй уровень – это связующее звено между первым и третьим уровнями. Данный уровень обеспечивает сбор и передачу информации с помощью каналов связи от нескольких измерительно-информационных комплексов первого уровня на третий уровень. Второй уровень представляет собой комплекс оборудования, называемый информационно-вычислительным комплексом электроустановки (ИВКЭ) и состоящий из каналообразующей аппаратуры и устройств сбора и передачи данных (УСПД). Назначение УСПД – промежуточный сбор измеренных данных об электропотреблении и диагностической информации от микропроцессорных счетчиков электрической энергии. УСПД позволяет хранить в энергетически независимой памяти данные, полученные с помощью прямых и косвенных измерений, и выдавать их по запросу оператора.

Третий уровень – это завершающее звено иерархии АСКУЭ, являющееся единым центром обработки информации, в котором обрабатываются цифровые сигналы, поступившие с низших уровней. Этот уровень выполняет сбор и хранение информации, подготовку документации об электропотреблении в виде, удобном для анализа, а также проводит диагностику состояния всей системы.

Уровень образуется при помощи:

- средств приема и передачи данных;
- автоматизированных рабочих мест персонала;
- системы обеспечения единого времени и системы его синхронизации;
- программного обеспечения и серверов АСКУЭ;
- средств информационной безопасности.

АСКУЭ подразделяются на системы коммерческого и технического учета.

Коммерческий (расчетный) учет – это учет, данные которого определяются при помощи измерений количества электроэнергии и объема электрической мощности с целью расчета с энергоснабжающей организацией. Характерной особенностью учета является сравнительно небольшое число точек контроля потребления электрической энергии, в которых необходимо использовать измерительные устройства, имеющие класс точности не ниже 0,5S. Измерительные приборы рекомендуется устанавливать на границе раздела (по балансовой принадлежности) предприятия и электрических сетей поставщика электроэнергии.

Технический (контрольный) учет способен производить контроль расхода электроэнергии внутри предприятия по его структурным подразделениям и цехам. Данному учету свойственна динамичность, поэтому все изменяющиеся данные о потреблении отражаются в реальном времени, что является его главным назначением. Для реализации технического учета необходимо большое число точек измерений по отдельным объектам предприятия. В целях экономии денежных средств допускается устанавливать менее точные измерительные приборы.

Для более качественного взаимодействия промышленных потребителей с энергосистемой по оптимизации энергопотребления и управления нагрузкой АСКУЭ организаций должны решать задачи не только коммерческого учета, но и глубокого технического учета, доведенного до уровня каждого цехов и крупных энергоустановок.

Приборы технического учета необходимо устанавливать на:

- линиях, питающих предприятия, но при условии, что коммерческий учет выполняется по измерительным устройствам, которые установлены на источниках питания энергосистемы;
- линиях, питающих внутризаводские ТП;
- линиях, питающих электроприемники напряжением до 1 кВ;
- низшей стороне трансформаторов внутризаводских ТП;
- отходящих линиях напряжением до 1 кв.

Приведем пример упрощенной структурной схемы АСКУЭ автомобильного завода (рисунок 2). Внешнее электроснабжение рассматриваемого предприятия осуществляется по двухступенчатой схеме с помощью ГПП-110/10 кВ. Для приема и распределения электроэнергии на напряжении 10 кВ на заводе также предусмотрено РП-10 кВ. Распределительные устройства комплектуются ячейками КРУ выкатного типа.



Рисунок 2 – Упрощенная структурная схема АСКУЭ

Структура разрабатываемой АСКУЭ является двухуровневой.

В состав нижнего уровня входят:

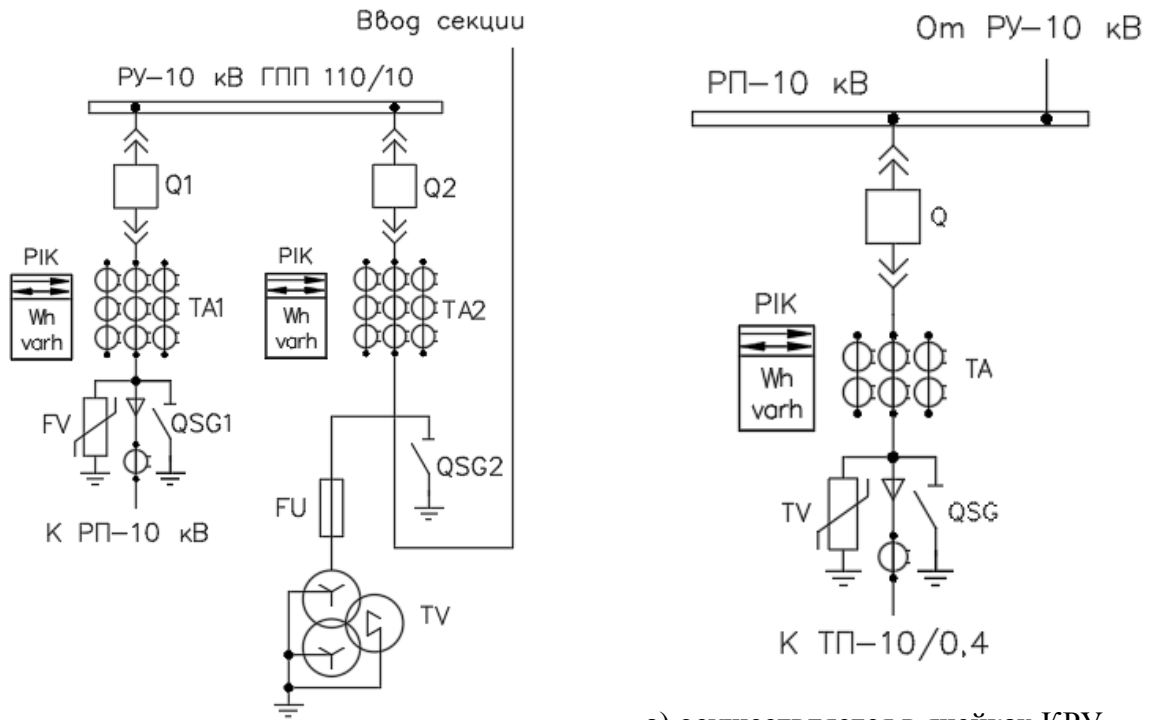
- микропроцессорные счетчики электроэнергии;
- измерительные трансформаторы тока;
- трансформаторы напряжения.

Средний уровень включает:

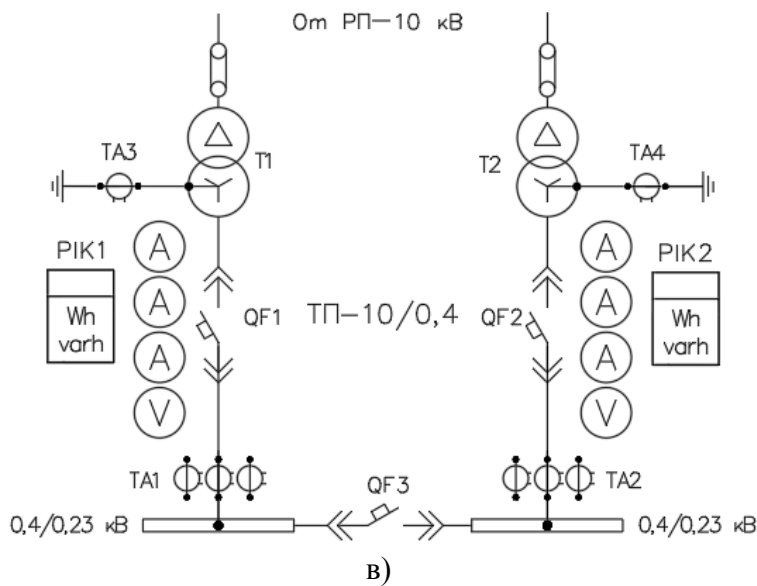
- сумматор, размещающийся в шкафу АСКУЭ и предназначенный для сбора, обработки, хранения и передачи информации, поступающей со счетчиков в виде цифровых сигналов;
- устройства связи для передачи данных в энергоснабжающую организацию и в шкаф УСПД ГПП 110/10 кВ.

Для организации учета предусматривается установка средств учета электроэнергии с цифровыми интерфейсами в следующих местах:

- РУ-10 кВ ГПП 110/10 – на линейных и вводных присоединениях (рисунок 3, а);
- РП-10 кВ – на линейных присоединениях (рисунок 3, б);
- внутризаводские ТП – на стороне 0,4 кВ (рисунок 3, в);



а) осуществляется в ячейках КРУ. б) Размещение приборов учета 10 кВ



в) Рисунок 3 – Места установки multifunctional meters of electrical energy

На рассматриваемом предприятии имеются электротермические установки, генерирующие токи обратной и нулевой последовательности, токи высших гармоник, распространяющихся по всей сети. Поэтому необходимо

использовать микропроцессорные многофункциональные счетчики электроэнергии, включаемые в состав АСКУЭ. Достоинство данных приборов заключается в объединении счетчика электроэнергии и измерителя параметров качества электроэнергии (ПКЭ) в одном устройстве.

Многофункциональные счетчики способны измерять:

- активную энергию и мощность прямого и обратного направлений;
- реактивную энергию;
- полную энергию и мощность прямого и обратного направлений;

Эти же устройства регистрируют и измеряют ПКЭ в точке учета за любой временной промежуток, используя при этом общие каналы связи и средства обработки и отображения измеряемых параметров. Анализатор ПКЭ измеряет, вычисляет и регистрирует:

- отклонение напряжения;
- провалы напряжения и временные перенапряжения;
- коэффициент искажения синусоидальной кривой напряжения;
- размах изменения напряжения и доза фликера;
- коэффициент *n*-ой гармонической составляющей напряжения;
- коэффициент несимметрии напряжения по обратной и нулевой последовательности;
- отклонение частоты.

Локальные каналы связи между устройствами и уровнями АСКУЭ выполняются экранированными кабелями связи «витая пара» и Ethernet. Для передачи информации об учете на верхний уровень АСКУЭ используется основной канал связи, образованный при помощи волоконно-оптической системы. Передача данных в энергоснабжающую организацию осуществляется при помощи двух каналов связи (GSM/EDGE/GPRS) – основного и резервного.

Заключение

Суть использования АСКУЭ на промышленных предприятиях заключается в постоянной экономии электрической энергии и, как результат, финансов предприятия. Система позволяет экономить по различным оценкам до 5-15 % от потребляемой электроэнергии. Наряду с этим расходы на реализацию АСКУЭ окупаются в среднем в течение 2-3 кварталов.

Литература

1. Контроль и анализ показателей качества электроэнергии [Электронный ресурс] / ООО «Деловые системы связи». – Режим доступа: https://energobelarus.by/articles/analitika/kontrol_i_analiz_pokazateley_kachestva_elektoenergii/ - Дата доступа: 08.04.2021.
2. АСКУЭ современного предприятия [Электронный ресурс] / ООО «Энергоучет». – Режим доступа: <http://sama.ru/~eu/askue.html> - Дата доступа: 05.04.2021.