

**ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА  
ЭНЕРГОРЕСУРСОВ  
ОАО «ЗАПОРОЖКОКС»**

© 2009 **Шарагин В.С., Бойко А.А.**  
(ОАО «Запорожкокс»)  
**Рассальский А.Н., Андреев В.В.,  
Довгополая А.В., Логачев Д.В.,  
Петренко В.Н.**  
(ООО «Энергоавтоматизация»)

*В условиях жесткой ценовой конкуренции и систематического роста стоимости энергоресурсов, составляющих существенную долю в себестоимости продукции коксохимического производства, использование на различных уровнях управления предприятием достоверной и оперативно обновляемой информации о выработке, поступлении из внешних источников, распределении по энергосетям и потреблении энергообъектами предприятия энергоресурсов является важной составляющей эффективного управления производством.*

*In the face of fierce price competition and a systematic increase of energy cost, which constitute a substantial share of the cost of coke production, use at various levels of management with reliable and updated information on development, income from external sources, the distribution grid and power consumption of energy companies is an important component effective production management.*

Ключевые слова: интегрированная система, микропроцессорные расходомеры, счетчики электроэнергии, регистраторы данных, магистральные узлы, серверный узел.

.....  
**П**оследовательно реализуемая в ОАО «Запорожкокс» политика обеспечения максимальной энергетической самостоятельности нацелена на максимально полное и эффективное использование вырабатываемых на предприятии энергоресурсов, и сопровождается реструктуризацией системы энергоснабжения предприятия для обеспечения ее устойчивого функционирования без привлечения внешних ресурсов в различных режимах – в том числе при проведении ремонтов и отключении части оборудования.

Необходимость комплексной обработки данных с учетом взаимных преобразований различных типов энергоресурсов и возможностью в конечном итоге сведения энергобаланса, потребовала создания комплексной системы учета различных типов энергоресурсов с

возможностью поэтапного масштабирования для обеспечения полноты данных и достижения степени их детализации, необходимой для различных уровней управления.

Создание интегрированной системы учета энергоресурсов (ИСУЭР) ОАО «Запорожжокс» было начато в 2006 г. С учетом опыта автоматизации учета энергоресурсов, накопленного на заводе к моменту начала работ, в основу построения ИСУЭР были положены следующие требования, обеспечивающие возможность масштабирования и развития системы:

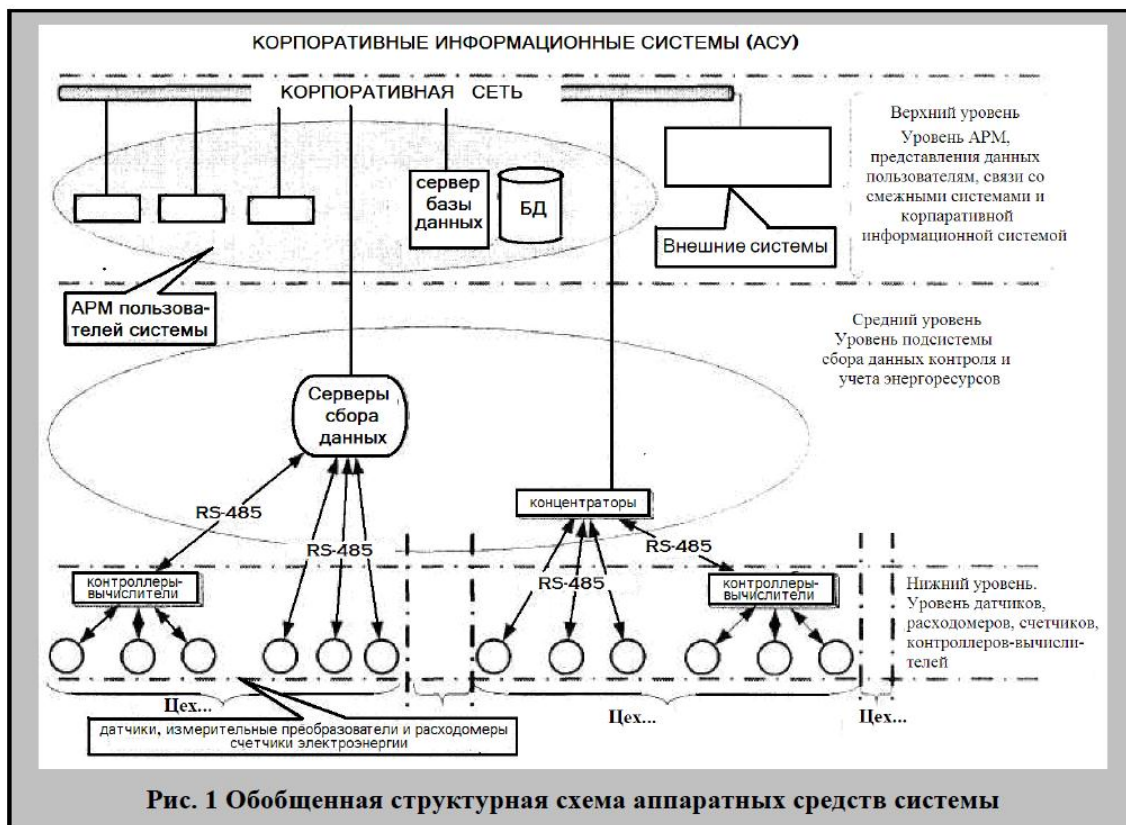
1. Отказ от использования существующих линий связи заводской телефонной сети, формирование технологической сети сбора данных с высокой надежностью и пропускной способностью.

2. Создание мощного центрального серверного узла с развитыми средствами сбора, накопления и эффективной обработки больших объемов данных учета и контроля энергоресурсов.

3. Применение унифицированного построения узлов сбора данных, поддерживающего

широкую номенклатуру измерительно-преобразовательных средств учета и контроля параметров различных типов энергоресурсов.

Интегрированная система учета энергоресурсов имеет 3<sup>х</sup>-уровневую структуру, показанную на рис. 1.



Нижний (измерительный) уровень системы регистрации данных на уровне узлов учета представлен средствами измерения и (тепловычислители и корректоры газа,



микропроцессорные расходомеры, счетчики электроэнергии и регистраторы данных).

Средний (коммуникационный) уровень системы представлен серверами сбора данных, узлами концентрации данных и включает в себя сеть сбора данных от узлов нижнего уровня. Оборудование узлов концентрации включает в себя конверторы интерфейсов и шлюзовые устройства для передачи сетевого трафика по каналам сети Ethernet и линиям связи с интерфейсом RS-232/485.

Верхний уровень хранения, специализированной обработки и предоставления данных пользователям реализован на основе сервера баз данных системы с использованием каналов сети Ethernet для взаимодействия с автоматизированными рабочими местами (АРМ) системы и смежными информационными системами.

По функциональному признаку интегрированная система учета энергоресурсов (ИСУЭР) ОАО «Запорожжокс» включает в себя:

- автоматизированные системы коммерческого (АСКУЭ) и технического учета (АСТУЭ) электроэнергии;
- автоматизированную систему учета и диспетчерского контроля неэлектрических энергоресурсов (АСУЭР);
- информационную сеть интегрированной системы учета энергоресурсов.

Основными пользователями системы являются специалисты служб энергоснабжения завода (энергоцех, отдел главного энергетика, диспетчерская служба завода), а также персонал управления основных цехов завода.

В 2006-2007 гг. были выполнены основные работы по созданию инфраструктуры системы, включающей в себя такие совместно используемые системами АСКУЭ, АСТУЭ и ЛСУЭР ресурсы, как информационная сеть и центральный серверный узел системы, а также созданы первые подсистемы АСУЭР.

#### **Информационная сеть системы**

Основу информационной сети системы составляет кольцевая оптическая магистраль,

объединяющая 10 магистральных узлов, располагающихся на крупных энергообъектах, основных подстанциях заводской сети электроснабжения, в административных зданиях. Магистральные узлы сети укомплектованы управляемыми коммутаторами серии MOXA EtherDevice Server EDS-508(A), поддерживающими кольцевую топологию сети и резервную маршрутизацию при выходе из строя отдельных сегментов сети.

В связи с бюджетными ограничениями, на данный момент реализована минимально необходимая (разомкнутая) конфигурация оптической магистрали из 9-ти магистральных узлов и ряд радиальных линий для подключения к магистральным узлам пунктов сбора данных с использованием «медных» линий связи Ethernet или VDSL. Созданная конфигурация информационной сети обеспечила все создаваемые подсистемы ИСУЭР надежными каналами связи с высокой пропускной способностью и позволила осуществлять дальнейшее развитие (масштабирование) системы с минимальными затратами.

Создание информационной сети ИСУЭР позволило не задействовать для технологического трафика системы существующие (перегруженные) каналы связи заводской сети, и более того – снизить нагрузку на каналы связи заводской сети и увеличить их пропускную способность на ряде направлений. В частности, в оптической магистрали был выделен отдельный канал, используемый для передачи трафика корпоративной информационной сети завода и реализовано прямое подключение к указанному каналу ряда цеховых узлов корпоративной информационной сети.

#### **Центральный серверный узел**

Центральный серверный узел системы объединен с узлом оптической магистрали и включает в себя сервер баз данных интегрированной системы, сервера сбора данных подсистем учета электрических и неэлектрических энергоресурсов, сетевое и коммуникационное оборудование, а также



устройства бесперебойного электропитания. Центральный серверный узел ИСУЭР обеспечивает сбор, обработку, накопление и хранение данных всех функциональных подсистем ИСУЭР.

#### **Автоматизированная система учета неэлектрических энергоресурсов (АСУЭР)**

Автоматизированная система учета неэлектрических энергоресурсов предназначена для коммерческого и технического учета таких транспортируемых по трубопроводам энергоресурсов, как пар, сжатый воздух, азот, коксовый газ, техническая вода и вода оборотных циклов, фенольные и ливневые воды, пожарно-питьевая вода.

Перечень параметров, контролируемых системой, включает в себя расход, давление и температуру ресурса в точке учета. Системой поддерживаются как специализированные измерители расхода, так и расходомерные узлы, основанные на измерении перепада давления. В качестве контроллеров-вычислителей нижнего уровня, обеспечивающих контроль и регистрацию параметров расхода энергоресурсов на уровне узла учета в большинстве случаев используются тепловычислители и корректоры газа семейства «Логика», обеспечивающие расчет объемного и массового расхода ресурса, а также энергии и тепловой мощности на уровне точки или узла учета.

В соответствии с проектом, в состав АСУЭР должны быть включены 162 узла учета неэлектрических энергоресурсов различных типов. В ходе реализации системы в исходный проект был внесен ряд дополнений и изменений, отражающих изменения структуры производства и приоритетность задач учета конкретных типов энергоресурсов.

В связи с ограниченностью выделяемого годового бюджета процесс создания АСУЭР включает ряд этапов.

В ходе первого этапа была создана подсистема учета пара, включающая 10 узлов учета. Кроме этого, в состав системы был включен ряд узлов коммерческого учета

энергоресурсов, поставка которых на завод осуществлялась из внешних источников (в т.ч. техническая вода), а также узел коммерческого учета коксового газа, отпускаемого внешним потребителям.

Подсистема учета пара обеспечивает возможность централизованного оперативного контроля параметров пара в ключевых узлах сети пароснабжения завода, а также учета массового расхода и энергии вырабатываемого котельными установками пара, его распределения по сети паропроводов завода и учета потребления пара основными потребителями и группами потребителей. Предусмотрено дополнение подсистемы 8-ю узлами учета пара в связи с вводом новых парогенерирующих мощностей и изменением структуры сети пароснабжения, а также с целью более полного учета потребления пара.

В течение 2007-2008 гг. в состав АСУЭР введена подсистема учета пожарно-питьевой воды, включающая 23 узла учета. Смонтировано и подключено к системе 14 ультразвуковых расходомеров ИРКА в узлах трубопроводной сети и на вводах наиболее крупных потребителей питьевой воды и 9 механических водомеров с импульсным выходом в узлах учета конечных потребителей.

Подсистема учета пожарно-питьевой воды (ППВ) обеспечила возможность централизованного оперативного контроля распределения ППВ по трубопроводной сети завода и контроля параметров давления в ключевых точках сети, контроля и учета потребления ППВ основными потребителями, локализации утечек воды.

Всего на настоящее время смонтированы и включены в состав АСУЭР 40 узлов учета энергоресурсов различных типов. Для выхода системы на режим полномасштабного функционирования, обеспечивающего ее проектную эффективность, на следующем этапе необходимо создание подсистем учета следующих типов энергоресурсов:

**Сжатый воздух и азот** 31 точка учета сжатого воздуха и 1 точка учета азота. Должна обеспечивать учет выработки сжатого воздуха



каждым из двух компрессорных модулей и потребления его основными цехами, контроль параметров распределения сжатого воздуха в узлах заводской сети и на вводах основных потребителей и соответствия фактических параметров требованиям технологических процессов основного производства.

**Техническая и оборотная вода** 38 точек контроля и учета расхода технической и оборотной воды (в том числе: 6 точек учета расхода свежей технической воды, 20 точек учета расхода и контроля параметров оборотной воды, 12 точек контроля температуры воды в брызгательных бассейнах градирен). Должна обеспечивать учет потребления технической воды основными энергообъектами, контроль параметров оборотной воды в системе оборотного водоснабжения и на вводах основных потребителей, соответствие фактических параметров требованиям технологических процессов основного производства, учет объемов прокачиваемой оборотной воды и отводимой энергии, оценка эффективности функционирования контуров оборотного водоснабжения.

**Коксовый газ** 72 точки контроля параметров и учета расхода коксового газа (в том числе: 47 точек в тракте сбора коксового газа и 25 точек контроля параметров и учета расхода обратного коксового газа). Должна обеспечивать контроль параметров в тракте сбора коксового газа, учет объемов выработки коксового газа и его потребления цехами и основными энергообъектами завода, а также внешними потребителями.

**Фенольно-ливневая вода** 5 точек учета расхода ливневой и фенольной воды. Должна обеспечивать учет объемов загрязненных вод на различных этапах сбора и очистки.

#### **Автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ)**

В течение 2007-2008 гг. создана и передана в опытную эксплуатацию система АСКУЭ,

обеспечивающая сбор, обработку и накопление данных 15-ти узлов расчетного (коммерческого) учета электроэнергии.

Средствами АСКУЭ обеспечивается регистрация показаний потребления и выдачи активной и реактивной электрической энергии и параметров электросети в узлах расчетного учета, а также регистрация профиля нагрузки с возможностью осреднения и отображения с 30-ти или 5-ти минутным интервалом.

Средствами АСКУЭ ежедневно осуществляется автоматическое формирование и отправка по электронной почте в ОАО «Запорожьеоблэнерго» файлов данных расчетного учета ОАО «Запорожжокс» в согласованном формате «Макет 4024».

К системе подключено 6 автоматизированных рабочих мест (ОГЭ 3 АРМ, энергоцех 3 АРМ).

Развитие системы после ввода в промышленную эксплуатацию предусматривает ее адаптацию к работе в условиях ОРЭ и включение в состав системы новых узлов расчетного учета электроэнергии при расширении периметра коммерческого учета предприятия.

#### **Автоматизированная система технического учета электроэнергии (АСТУЭ)**

В соответствии с техническим заданием в состав системы АСТУЭ должны входить 119 узлов технического учета электроэнергии на подстанциях, ТП, РП и отдельных энергообъектах завода (56 узлов учета на линиях 6 кВ, 58 узлов на линиях 0,4 кВ и 5 узлов на линиях 220 В). При выборе точек учета реализован комбинированный подход учета как общего отпуска электроэнергии на подстанции по основному подразделению-потребителю, так и учета по отдельным фидерам перекрестных линий между подстанциями и подключений потребителей из других подразделений. Узлы учета системы комплектуются счетчиками электрической энергии типа А1140 производства компании «Эльстер Метроника», обеспечивающими учет приема и отдачи активной и реактивной

энергии, формирование профилей нагрузки и контроль параметров электросети.

Работы по созданию АСТУЭ проводятся с марта 2008 г. В состав системы входит 10 узлов сбора данных технического учета электроэнергии, подключенных с использованием каналов информационной сети системы и выделенных линий связи к центральному серверному узлу ИСУЭР. Все узлы сбора данных функционируют в составе системы, что позволяет оперативно включать в состав системы создаваемые узлы учета. В настоящее время выполнено включение в систему АСТУЭ 65-ти узлов учета, расположенных на 8 подстанциях и энергообъектах завода.

Средствами АСТУЭ обеспечивается регистрация потребления и выдачи активной и реактивной электрической энергии, а также профиля нагрузки с возможностью осреднения и отображения с интервалом в 30 или 5 мин параметров электросети в узлах учета с временным разрешением от 1 мин.

Система обеспечивает оперативный расчет баланса поступления электроэнергии из внешних сетей, выработки на энергообъектах завода и распределения по цеховым подстанциям; расчет потребления электроэнергии по цехам, а также возможность формирования дополнительных

расчетных и балансовых групп с учетом оперативных потребностей.

В настоящее время осуществляется подключение к системе рабочих мест начальников цехов.

#### **Экономический эффект от внедрения ИСУЭР**

Прямой экономический эффект от внедрения ИСУЭР может быть рассчитан на основании экономии, достигаемой при проведении расчетов на оптовом рынке электроэнергии (ОРЭ) при переходе на поставку электроэнергии по нерегулируемым тарифам. Несмотря на отрицательное влияние введения единых тарифов, непрерывный рост цен на электроэнергию поддерживает экономическую эффективность покупки электроэнергии по нерегулируемым тарифам.

Косвенный экономический эффект от внедрения ИСУЭР достигается за счет повышения качества энергоснабжения и экономии энергоресурсов, достигаемых в результате управленческих действий по регулированию режимов энергопотребления, локализации утечек и предотвращения аварийных ситуаций, принимаемых на основе анализа информации системы ИСУЭР.

Рукопись поступила в редакцию 14.11.2008