

# **Энергосбережение в промышленности Украины. Автоматизированная система контроля, учета и управления расходом энергоресурсов АО "ЭКОСИС"**

**Степаненко Василий Анатольевич**  
**АО "Экологические Системы", г. Запорожье**  
**Куратченко Владимир Александрович**  
**ПО "Радиоприбор", г. Запорожье**

The role of automatized systems of control, record-keeping and monitoring of energy resources for plants is considered as fundamental tool in realization of energy saving programs in industry of Ukraine. The experience of implementation of pilot model of SCER (System Check of Energy Resources), designed by joint-stock company "Ecological Systems", Zaporozhye, is briefly stated. The non-traditional development functions of record-keeping's systems is offered for guarantee control by loss of energy resources on energy objects, networks and end users. SCER of JSC"EcoSys" guarantee commercial calculation, but main slope is made on technical calculation, which guarantee mechanisms of energy saving. Organizing arrangements is offered for development of energy saving processes on Ukraine.

Рассмотрена роль автоматизированной системы контроля, учета и управления расходом энергоресурсов для промышленных предприятий, как основного инструмента в реализации программ энергосбережения в промышленности Украины. Кратко изложен опыт внедрения пилотных вариантов СКЭР, разработанных АО "Экологические Системы", г.Запорожье. Предложено нетрадиционное развитие функций систем учета для обеспечения контроля потерь энергоресурсов на энергообъектах, сетях и у конечных потребителей. СКЭР АО"ЭкоСис" обеспечивает коммерческий учет, но основной уклон делается на технический учет, обеспечивающий механизмы энергосбережения. Предложены организационные мероприятия для развития процессов энергосбережения на Украине.

## **Введение**

В настоящем докладе сделана попытка обобщения опыта работ по созданию и внедрению пилотных систем контроля, учета и управления расходом энергоресурсов (СКЭР) промышленных предприятий.

Разработка и внедрение СКЭР, выполняемая АО "ЭкоСис" совместно с ПО "РАДИОПРИБОР" согласно приказам Министра N 392 от 30.06.95. и N 518 от 01.11.95 в рамках отраслевой программы энергосбережения, позволили накопить определенный опыт. Выполнение работ осуществлялось в координации с Управлением 6-2 Министерства и головными проектными институтами (ГПИ "ГИПРОВЕРФЬ", и ОАО "ГИПРОСЕЛЬМАШ").

Задача создания типовой системы для массового тиражирования, поставленная перед нами Минмашпромом Украины, вышла далеко за рамки технических аспектов, заставляя заново переоценить сущность СКЭР, как базового инструмента реализации программ энергосбережения промпредприятий.

Ключевой поворот в направлениях разработки СКЭР был сделан нами после сопоставительного анализа энергоэффективности нашей промышленности и промышленности стран Европейского сообщества.

Энергосбережение в промышленности европейских стран развивалось двумя основными способами:

- путем реконструкции основных фондов при замене оборудования и технологий на основе энергосберегающей техники;
- путем снижения непроизводительных потерь и затрат энергоресурсов.

Оценка ближайшей перспективы (до 2005 года) экономического состояния предприятий отрасли, на наш взгляд, исключает формирование программ энергосбережения на основе первого способа.

В то же время наша оценка потенциала энергосбережения на основе второго способа показывает, что некапиталоемкими мероприятиями возможно снижение затрат энергоресурсов на 20-40% от существующих уровней за счет рационализации непроизводительных потерь.

Наша обобщенная оценка потенциала энергосбережения на основе второго способа показывает, что достижение этим путем средних уровней потребления энергоресурсов на единицу выпускаемой продукции, установившихся на Западе, возможно наполовину (на 50%). Реализация полной энергоэффективности требует реконструкции основных фондов (еще 50%).

Тем самым, мы считаем, что в машиностроительном комплексе Украины эффективность обоих способов соизмерима.

Однако уровень капиталовложений и временных затрат на реализацию программ энергосбережения на основе второго способа ниже в десятки, а зачастую и в сотни раз. В некоторых случаях, мы полагаем возможным снижение энергопотребления промпредприятия на 10-20% только на основе мероприятий.

Оценки непроизводительных потерь энергоресурсов, выполненные квалифицированными западными специалистами по промпредприятиям Украины в рамках энергоаудитов (программы USAID (США) и TESIS (Европейская комиссия DG)), фактически подтверждают наши выводы, сделанные независимо в ходе обследования 22 предприятий различных отраслей в регионах Киева, Запорожья, Днепропетровска, Донецка, Мариуполя, Харькова).

# 1. СКЭР, как основной инструмент реализации программ энергосбережения промпредприятий.

Сама по себе никакая система контроля и учета расхода энергоресурсов энергию не бережет. В этом плане характерным примером является ошибка многих руководителей, полагающих достаточным реализацию коммерческого учета для обеспечения энергосбережения предприятий.

Точно так же справедливо и обратное утверждение - реализация программ энергосбережения предприятий на основе снижения нерациональных потерь и затрат невозможна без систем контроля, учета и управления расходом энергоресурсов - СКЭР.

В основу программ энергосбережения, мы полагаем, должно входить пять основных постулатов:

- развитие систем **технического** контроля и учета (полагая наибольшую долю потерь у конечных потребителей - в цехах, участках, на агрегатах);
- оперативное нормирование и планирование потребления энергоносителей конечными потребителями, связанное с выпуском продукции;
- создание всеобъемлющих механизмов стимулирования за **фактическую** экономию (снижение потерь) энергоресурсов;
- создание в структуре промпредприятий подразделений, ответственных за энергосбережение (бюро, отделов, цехов);
- целевое планирование в бюджетах промпредприятий средств на реализацию энергосберегающих программ и мероприятий.

Большинство промпредприятий Украины являются оптовыми потребителями энергоресурсов (пар, газ, сжатый воздух, вода, тепловая и электрическая энергия). Технология учета на основе локальных счетчиков и расходомеров рациональна только на внешних границах разделов с энергоснабжающими организациями (**коммерческий учет**) и малоэффективна в реализации программ энергосбережения.

В настоящее время особенно необходимы комплексные автоматизированные системы контроля, учета и управления расходом энергоресурсов (СКЭР) всех видов, охватывающие всех потребителей и энергообъекты (**технический учет**). Компьютерная обработка данных позволяет повысить оперативность учета с месяцев до минут и оперативно управлять потреблением энергоресурсов, удерживая всех субъектов хозяйствования предприятия в оптимальных режимах.

Главная функция СКЭР, никогда не реализованная ранее – оперативный контроль и учет **потерь энергоресурсов** на энергообъектах, сетях, цехах, участках и агрегатах. Реализация этой функции превращает СКЭР в мощнейший инструмент реализации программ энергосбережения промпредприятий.

С внедрением СКЭР материальную основу получают механизмы **нормирования и планирования**, позволяя на основе измерений и вычислений постоянно уточнять расчетные нормы и планы по фактическим данным.

Мы полагаем СКЭР основным инструментом поддержки механизмов **стимулирования**, позволяющим оценить результативность и эффективность каждого мероприятия, направленного на энергосбережение.

Наш опыт показывает, что с внедрением СКЭР становятся очевидными невидимые ранее потери; направления вложения средств, направляемых на повышение энергоэффективности промышленных предприятий становятся отчетливо видны.

## **2. Экономическая эффективность энергосбережения на основе второго способа**

Учитывая ограниченное время доклада, нам представляется возможным ограничиться тезисной формой оценки эффективности внедрения СКЭР, предлагая усредненные характеристики.

Полная мобилизация энергосбережения на основе второго способа позволит снизить энергопотребление промпредприятий на 25-35%.

Достижение этой экономии реально на интервале 3-4 лет:

- 1 год - внедрение СКЭР, структурная перестройка системы учета и управления энергосбережением;
- 2 год - снижение на 10-15% (основные потери на энергообъектах и в сетях и у конечных потребителей);
- 3 год - снижение на 10-15% (реструктуризация производства);
- 4 год - снижение на 5-10% (устранение малых потерь), переход на реконструкцию основных фондов по выбранным направлениям;

Ориентировочные затраты на реализацию СКЭР и сопутствующих оргтехмероприятий:

- 100 точек контроля и учета - 10-15 млрд.крб.;
- 800 точек - 30-40 млрд.крб.;
- 2000 точек - 100-150 млрд.крб.

Затраты носят разовый характер (капвложений) и включают выполнение ~50% работ собственными силами промпредприятий.

Предполагается (по имеющемуся опыту) окупаемость на годовом интервале (2-й год работ) - 1-й год - затраты на реализацию программы.

При этом 50-60% затрат составляют затраты на дооснащение первичными средствами контроля и учета.

Основной проблемой энергоэффективности программ является преодоление отсутствия заинтересованности каждого работника предприятия - это выдвигает на передний план **систему стимулирования**.

СКЭР в данном аспекте является механизмом тотального контроля и оценки энергоэффективности действий персонала промпредприятий.

### 3. Новые функции СКЭР

На наш взгляд в последние годы в большинстве промышленных предприятий приобрел новое качество известный ранее фактор разницы интересов в звеньях управления предприятием.

- расчеты за энергоносители осуществляет предприятие в целом (т.е. это забота высшего звена руководства - здесь концентрируется интерес к энергосбережению и материализуется вероятная прибыль от снижения непроизводительных затрат);
- основные потери энергоресурсов концентрируются в цехах, службах и т.д. В этом (среднем) звене нет заинтересованности в снижении потерь, оценки ситуации в целом. Но именно в этом звене концентрируется наибольший потенциал энергосбережения. Парадоксально, но факт - мы в реальных работах по внедрению СКЭР испытываем наибольший момент сопротивления именно в среднем звене, на плечи которого ложится выполнение основных материальных работ без дополнительных стимулов (практика госпредприятий);

Необходимо изменить сложившиеся внутривладельческие отношения, поставив среднее звено управления производством в те же условия ограничений и стимулов к энергосбережению, в которых находится предприятие в целом.

Отмечаем, при этом отсутствие сопротивления от среднего звена там, где собственность имеет частный характер.

Этот фактор и актуальность реализации программ энергосбережения на основе второго способа определила качественно новый класс функций СКЭР, в т.ч.:

- контроль режимных ограничений и учет нарушений этих ограничений;
- контроль (нормирование) состояния энергообъектов и энергоемкого оборудования - учет отклонений от заданных норм состояния;
- контроль и учет потерь энергии на энергообъектах, сетях и у конечных потребителей;
- тарификацию потребления энергии и, как следствие, выражение потребления не только в натуральном, но и денежном представлении;
- контроль и учет балансовых характеристик потребления;
- ретроспективный анализ энергопотребления, дифференцированный по видам энергии и субъектам хозяйствования;
- перспективное планирование энергопотребления, жестко связанное с выпуском конечной продукции и ее компонентами.

Реализация указанных функций качественно изменила архитектуру СКЭР, сместив центр тяжести в область компьютерной обработки данных.

Для решения части указанного комплекса задач СКЭР ПО "РАДИОПРИБОР", включающей 727 первичных средств измерений ( 591 - электроэнергия, 21 - газ, 92

- тепло, 13 - сжатый воздух, 10 - вода) потребовался потенциал 2 PC AT 486DX66. База данных СКЭР на месячном интервале потребовала бы более 20 мБ.

### **3.1. Контроль режимных ограничений**

Необходимость соблюдения ограничений энергопотребления со стороны энергоснабжающих организаций ( лимиты по параметрам мощности, энергии, ограничения на суточном и сезонных интервалах) под угрозой применения штрафных санкций к предприятию в целом, предопределяет необходимость внутривладельческих адекватных мер по отношению к собственным конечным потребителям.

Дополнительной особенностью является необходимость оперативности контроля, позволяющая предпринимать компенсационные меры в случае нарушения установленных ограничений одним из внутренних субъектов хозяйствования.

СКЭР является единственным инструментом, обеспечивающим полную реализацию контроля режимных ограничений и внутреннего маневра энергопотреблением.

### **3.2. Контроль состояния энергообъектов и потребителей**

Спад производства и снижение технологической дисциплины, разрозненность интересов верхнего и среднего звена управления привели к увеличению потерь от холостой работы оборудования и энергообъектов. Так, например, по результатам энергоаудита американской аудиторской фирмой Burns and Roe Enterprises, Inc. ОАО "АвтоЗАЗ", выполненного в 1995 г., потери от холостой работы оборудования составляют 26000 Мвт/час (эквивалентно 1300000 \$ в ценах мирового рынка) на годовом интервале.

Необходимость снижения этой категории потерь предопределила новый класс функций СКЭР - контроль состояния оборудования и энергообъектов, а также контроль соблюдения лимитов на время их работы, задаваемых на основе плана производства.

### **3.3. Контроль и учет потерь энергии**

Мы полагаем уместной дифференциацию потерь энергоресурсов по следующим составляющим:

- на энергообъектах;
- на сетях (при транспортировке);
- у конечных потребителей;

Потери на энергообъектах включают 2 основные составляющие:

- потери на преобразование энергии (КПД);
- потери на обслуживание (собственные нужды).

Часть этих потерь объективна и неустранима. Но наибольший интерес представляет управление другой частью потерь с целью их постоянного снижения. Так, в результате указанного выше энергоаудита ОАО "АвтоЗАЗ" было показано возможным снижение потерь котлоагрегата за счет повышения его КПД с 66% до 83%. Способов оптимизации потерь на энергообъектах могут быть тысячи, но инструмент постоянного контроля и нормирования потерь

единственный - СКЭР.

Потери при транспортировке энергоносителей на внутренних сетях предприятия также включают неизвлекаемый минимум, характерный для каждого предприятия. Однако оценка динамики этой категории потерь на сетях различных предприятий показало разницу в несколько раз по экстремальным отсчетам .

Этот факт указывает на возможность их оптимизации, особенно при работе в выходные и праздничные дни, либо при неполной загрузке производств.

И здесь СКЭР выступает единственной альтернативой сложившейся практике оценки этих потерь "сквозь пальцы" месячных и годовых отчетов.

Наибольшая доля потерь энергоносителей, на наш взгляд, существует у конечных потребителей. Здесь возможны тысячи реализаций всевозможных энергосберегающих мероприятий.

Однако только СКЭР является типовым механизмом контроля и учета этой категории потерь на основе оценки удельных расходов энергоносителей, сравнительных оценок потребления за нормированные интервалы времени, на однотипном оборудовании, работы различных смен при различных уровнях загрузки производств.

Причем получение данных осуществляется автоматически и монотонно – без привноса субъективизма, присущего выполнению этих оценок подразделениями и службами на основе труда людей.

### **3.4. Тарификация потребления энергии**

Отдельным направлением в энергосбережении является снижение разброса характеристик энергопотребления, в основном, на суточном интервале.

Эти мероприятия позволяют повысить коэффициент использования источников/преобразователей энергии. Регулирование отношений производитель/потребитель осуществляется системой многоставочных тарифов. В настоящее время эти тарифы действуют по электроэнергии, в ближайшем будущем возможен их ввод по газу, теплу и воде.

Кроме того, большинство крупных промпредприятий в своих сетях обеспечивают энергией субабонентов (меньшие предприятия, жилье, объекты соцкультбыта).

Так, например, на балансе ПО ЮМЗ (г.Днепропетровск) находится инфраструктура с примерной численностью 200 тыс.человек.

Разница в тарифах за потребление энергоресурсами различных субъектов высока и требует отдельного учета.

СКЭР позволяет вести дифференцированный учет и получать интегральные отчеты, считая издержки и стимулируя выбор наиболее оптимальных графиков загрузки производств, переводя оценки из натурального вида в денежные формы отчетов.

### **3.5. Контроль балансов энергопотребления**

Одним из традиционных и действенных методов борьбы с потерями энергии является контроль балансов энергопотребления. Решение этой задачи требует большого числа одномоментных измерений и последующих вычислений. В реальных условиях деятельности предприятий выполнение этой задачи даже раз в месяц по предприятию в целом затруднено.

СКЭР позволяет создать новые качества в этом традиционном методе, в т.ч.:

- -дифференцированный контроль балансов по видам энергии;
- -контроль балансов потребителей (субъектов) хозяйствования и энергообъектов отдельно;
- -оперативное (на 3-минутном интервале) представление балансовых характеристик предприятия в целом;
- -разделение небаланса на метрическую (погрешность измерений), стационарную (неустраняемые статические потери) и регулируемую составляющую;

Особую ценность контроль небаланса приобретает в условиях изменения форм собственности и дробления предприятий из-за растущего потенциала прямых и косвенных хищений энергии.

### **3.6. Ретроспективный анализ энергопотребления**

СКЭР позволяет обеспечить глубокий дифференцированный анализ энергопотребления по всем видам энергоресурсов и по каждому субъекту хозяйствования в табличном и графическом представлении.

Возможность ежечасно и ежеминутно сопоставлять режимы энергопотребления любой совокупности энергообъектов и потребителей за любой требуемый интервал времени дает качественно новый инструмент энергоменеджерам промышленных предприятий.

Мы полагаем реализацию этой функции сопоставительного анализа наиболее ценным механизмом СКЭР в управлении энергосбережением. Сравнительный анализ наиболее близок человеческому мышлению и является инструментом



интегральной оценки энергоэффективности независимо от видов производств, представляет интерес как типовый.

СКЭР позволяет за несколько секунд создавать экранные формы отчетов и графиков, на получение которых уходят дни и недели рутинной работы энергобюро и производственных отделов.

Эта функция СКЭР позволяет мгновенно получать отклик на деформацию энергопотребления, заставляя искать и находить истинные причины отклонений от заданных норм потребления.

### **3.7. Перспективное планирование энергопотребления**

Указанные выше механизмы контроля и учета энергопотребления позволяют реализовать (после накопления представительной базы данных) высшую форму управления энергосбережением промпредприятий - **компьютерную систему перспективного планирования энергопотреблением** .

Эта функция нами еще не реализована, так как требует решения задачи в общем виде. Мы полагаем реальным реализацию этой функции СКЭР в 1997 году.

Вместе с тем, полагаем, что именно этот механизм позволит полностью синхронизировать работу энергохозяйств и производства; реализовать весь потенциал энергосбережения на основе снижения нерациональных потерь и затрат энергоресурсов.

## **4. Внедрение СКЭР на предприятиях Минмашпрома Украины**

Массовое внедрение СКЭР на предприятиях Украины целесообразно предварить выполнением некапиталоемких мероприятий силами головных проектных институтов отрасли. Их состав показан на рис.1. (Технология ускорения массового внедрения), где каждая фаза работ по созданию СКЭР обеспечена мероприятиями общепромышленного значения.

Выполнение работ по обеспечению указанных мероприятий требует централизованного финансирования и на наш взгляд, должно быть развернуто в 1996 году.

Наибольший эффект, обеспечивающий снижение временных и капитальных затрат, дает проектирование СКЭР на основе **типовых проектных решений (ТПР)**.

Наиболее капиталоемкой частью СКЭР является оснащение объектов промпредприятий первичными средствами измерений (счетчиками, расходомерами и др.), системными контроллерами и аппаратурой связи. Их серийный выпуск, в основном, концентрируется на предприятиях Минмашпрома - координация работ по серийному выпуску компонентов СКЭР важна для

материального обеспечения программ энергосбережения всех отраслей народного хозяйства Украины.

В настоящее время на ПО "РАДИОПРИБОР" заканчиваются работы по подготовке серийного производства компонентов СКЭР с потенциалом производства монтажных комплектов СКЭР до 10000 шт./год.

На рис.2 приведена функциональная схема типовой СКЭР для промпредприятий, на рис.3 - краткое описание системных компонентов СКЭР.

## **5. Заключение**

Как и многие, мы приветствуем создание в КМ Украины Госкомитета по энергосбережению и связываем этот факт с концентрацией государственной политики на сверхактуальном для Украины направлении.

Хотелось бы, используя высокую трибуну 1-й международной конференции, высказать пожелания с целью ускорения перехода на режим энергосбережения в промышленном секторе Украины в т.ч.:

- создать четкие ориентиры по порядку формирования программ энергосбережения на промпредприятиях Украины и порядку формирования собственных фондов энергосбережения;
- создать ясный и понятный механизм прохождения экспертизы Госкомитета для программ энергосбережения промпредприятий и порядок их отчетности по реализации программ энергосбережения и расходования целевых фондов;
- необходима протекционистская политика Госкомитета, защищающая интересы отечественных организаций, занятых разработкой, производством и внедрением средств и систем энергосбережения;
- в структуре Госкомитета необходимо координационное звено (управление) обеспечивающее и управляющее технической политикой энергосбережения, особенно для промышленного сектора Украины.