

«Нельзя управлять тем,

что невозможно измерить...»

В.Ф. АКУШКО, первый заместитель директора
Департамента по энергоэффективности Госстандарта,
Н.В. ГРУНТОВИЧ, д.т.н., Гомельский государственный
технический университет им. П.О. Сухого

Альтернатива энергоаудиту — компьютерные интеллектуальные системы технического учета ТЭР

Внедрение на крупных предприятиях республики интеллектуальных компьютерных систем технического учета ТЭР (ИКСТУ ТЭР) для управления энергоэффективностью может и должно стать серьезной альтернативой энергетическому аудиту. О необходимости внедрения ИКСТУ ТЭР говорится давно, вышел ряд постановлений, затрагивающих эту актуальную проблему, но пока дело не сдвинулось с мертвой точки. С другой стороны, настал момент, когда сложившаяся система энергоаудита должна перейти на более высокий уровень организации. На большинстве предприятий республики энергоаудит проводится по второму–третьему разу, мероприятия, которые «лежали на поверхности» и являлись очевидными для большинства энергоаудиторов, успешно реализованы. Также очевидно, что потенциал дальнейшего улучшения энергоэффективности кроется в модернизации действующих технологических процессов. Однако нельзя забывать и о высокой доле потенциала повышения энергоэффективности за счет управления и оптимизации режимами работы основного технологического оборудования. А это становится возможным при наличии у предприятий как автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП), так и интеллектуальной компьютерной системы технического учета ТЭР. При этом энергоаудит должен проводиться постоянно специалистами предприятия (технологами и энергетиками).

По результатам энергетических обследований крупнейших промышленных предприятий — потребителей ТЭР республики были определены принципы управления энергоэффективностью на предприятиях:

— принятие документов: стандарт предприятия «Политика в области энергосбережения», положение о материальном вознаграждении за экономию ТЭР;

— наличие компьютерной интеллектуальной системы технического учета с пакетом прикладных программ;

— нормирование как критерий управления;

— применение коэффициента полезного использования ТЭР как критерия анализа и управления.

Имеющиеся на предприятиях системы технического учета расхода ТЭР решают следующие задачи:

1. Фиксируются трехминутные, получасовые значения активной мощности

и суточные расходы электроэнергии структурных подразделений.

2. Формируются информационные базы данных по указанным показателям.

Возможности систем технического учета ТЭР в настоящее время ограничены программным обеспечением, не решающим такие задачи, как:

1. Учет показателей режима потребления ТЭР и технологических показателей основных потребителей.

2. Формирование суточных протоколов потребления ТЭР каждым энергоемким технологическим процессом, например расход газа каждой пелью цементного и известкового завода.

3. Оценка удельных расходов ТЭР на выпуск продукции (технологических, цеховых, общезаводских).

4. Нормирование расхода ТЭР на выпуск продукции с учетом влияющих на удельный расход факторов (параметры сырья, состояние окружающей среды, производственная программа).

5. Управление расходом ТЭР на основе современных методов нормирования и анализа.

6. Оперативный анализ выявления причин нерационального потребления ТЭР и выдача рекомендаций технологом, энергетиком по оптимизации режимов работы основного технологического оборудования.

7. Отсутствие банка данных по энергосберегающим установкам и технологиям.

8. Регламентный контроль энергоэффективности технологического и энергетического оборудования и оценка потенциала ее улучшения.

Кроме того, действующие системы технического учета «АСКУЭ для энергослужб» (далее — АСКУЭ) обладают следующими техническими недостатками:

— закрытый проприетарный формат хранения данных, налагает запрет на извлечение и модификацию данных

любим образом, кроме незаконного метода обратной инженерии. Извлечение информации по энергопотреблению из базы данных АСКУЭ для дальнейшей статистической обработки крайне затруднено и поддается автоматизации лишь частично. Практически процесс извлечения данных содержит большую долю ручного труда человека, т.е. конечный пользователь крайне ограничен в способах получения накопленной АСКУЭ информации, исключая заранее жестко определенные шаблоны отчетов в формате Microsoft Excel 97-2003;

— поддержка АСКУЭ предприятиями затруднительна, так как полностью отсутствуют исходные коды АСКУЭ и техническая документация (руководство программиста, руководство системного программиста). Закрытый формат базы данных влечет за собой невозможность поддержки либо доработки АСКУЭ как со стороны работников предприятия, так и со стороны внешних разработчиков. Модификация программы методами обратной инженерии влечет за собой неоправданные трудозатраты и вносит нестабильность в работу АСКУЭ;

— наличие большого количества морально и физически устаревшего оборудования: аналоговые (индукционные) датчики, средства коммуникации. В результате возникают проблемы как с ремонтом и заменой вышедшего из строя оборудования (нет аналогов, выпуск оборудования прекращен), так и с точностью съема данных по счетчикам. Расхождение в показаниях между реальными значениями энергопотребления и данными из АСКУЭ составляет в среднем 10%;

— отсутствие диагностической информации о режиме работы программы и датчиков, отсутствие предупреждений о выходе из строя части оборудования;

— слабая архитектурная проработка программы влечет за собой большое количество связей с окружением АСКУЭ. Часть настроек АСКУЭ хранит в собственном закрытом формате, часть — при помощи СУБД Microsoft Access. Кроме того, отчеты формируются при помощи пакета электронных таблиц Microsoft Excel и зашифрованных модулей, написанных на Visual Basic for Applications и др. Такое количество зависимостей накладывает множество ограничений на программистов, даже если они обладают исходными кодами и технической документацией к АСКУЭ. Тесная связь между большим количеством разнородных программ влечет за собой

труднопрогнозируемые программные ошибки и проблемы несовместимости версий в процессе эксплуатации.

Интеллектуальная компьютерная система технического учета топливно-энергетических ресурсов (ИКСТУ ТЭР) предназначена для:

— максимальной автоматизации процесса сбора (ввода), контроля, первичной обработки и передачи информации о потреблении топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) в масштабе реального времени по каждой точке учета с заданной временной дискретностью на требуемую ретроспективу;

— создания и ведения оперативной (5-минутной, 30-минутной, часовой) и архивной (сутки, месяц, год, 3-летней) баз данных учета информации в масштабе реального времени;

— создания и ведения базы данных о техническом состоянии технологического и энергетического оборудования;

— предоставления информации диспетчерам и технологам для принятия оптимальных решений на основе интеллектуальной системы поддержки принятия решений (ИСППР);

— разработки и управления режимами энергопотребления;

— управления потреблением ТЭР на основе целевых функций;

— диагностирования энергопотоков и контроля состояния оборудования;

— повышения точности, достоверности учета, эффективности контроля за энергоемкостью продукции;

— контроля и оптимизации режимов работы оборудования основных и вспомогательных производств с помощью математических моделей технологии производственного процесса в масштабе реального времени;

— определения потенциала энергосбережения и топливно-энергетических потерь;

— анализа и регистрации отказов, поломок и аварий, сигнализации о нештатных ситуациях;

— контроля вторичных энергоресурсов;

— проведения регламентного контроля энергоэффективности ежеквартально или по усмотрению руководителя предприятия;

— информационного обеспечения задач автоматизации планирования развития предприятия, формирования статистической отчетности по всем требуемым формам данных в разрезе контрольных и отчетных периодов;

— управления объектами, находящимися в ведении и управлении главных

энергетиков структурных подразделений предприятия;

— управления качеством энергии;

— прогнозирования технического состояния оборудования;

— прогнозирования всех составляющих баланса энергопотребления и энергетического баланса;

— прогнозирования норм расхода ТЭР при производстве продукции;

— прогнозирования норм расхода топлива на электростанциях.

Целью автоматизированной системы управления энергопотреблением предприятия является:

— унификация системы управления энергопотреблением ТЭР на основе модульного принципа;

— снижение потребления ТЭР на 5–15% в зависимости от глубины управления и особенностей технологического процесса каждого структурного подразделения;

— обеспечение рационального потребления и оперативного управления топливно-энергетическими ресурсами в масштабе реального времени как на предприятии в целом, так и по производствам;

— контроль и оценка качества энергообеспечения предприятия;

— планирование и прогнозирование оптимального потребления ТЭР при минимальном экологическом влиянии производства на окружающую среду;

— повышение эффективности и производительности труда персонала отдела главного энергетика, технологов, технических и производственных служб предприятия при предотвращении и устранении аварий;

— сокращение потерь топливно-энергетических ресурсов;

— повышение оперативности и безопасности эксплуатационных работ;

— создание базы данных для рациональной модернизации энергетического оборудования, систем защиты и управления;

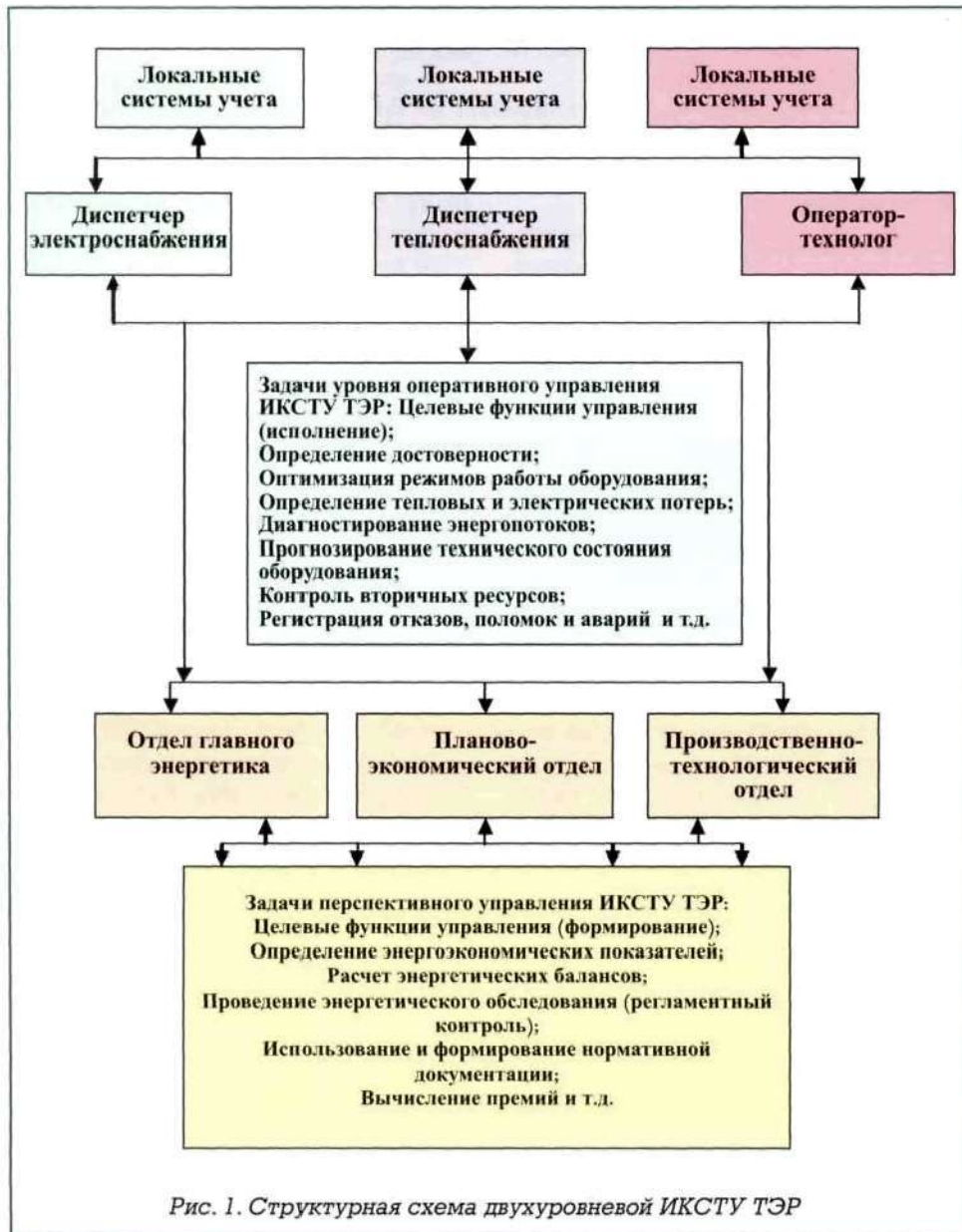
— создание базы данных диагностической информации технологического и энергетического оборудования;

— обеспечение условий выбора оплаты за электроэнергию на основе двухставочного тарифа или зонных тарифов;

— создание автоматизированных рабочих мест (АРМ) для персонала предприятия.

Критериями оперативной оценки эффективности управления потреблением ТЭР являются:

— удельный расход ТЭР по цехам и производствам;



модульному принципу, исходя из объема решаемых задач.

ИКСТУ ТЭР должна позволять многоэтапность внедрения и возможность глубокой модернизации на протяжении всего жизненного цикла, постепенное наращивание функциональных возможностей системы, адаптацию протоколов обмена устройств нижнего уровня (микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики и контроллеров), в том числе при дальнейшем расширении и реконструкции объекта управления.

Рассмотрим пример исследования суточных режимов потребления газа печами цементного завода с использованием данных автоматизированной системы управления технологическим процессом.

Структура суточного потребления газа одной из печей обжига цементного завода представлена на рисунке 2: по оси абсцисс отложены диапазоны суточного потребления газа, а по оси ординат — количество суток работы печи в данном диапазоне.

Предложено всю структуру суточного потребления газа печами разбить на три зоны: *зона разогрева печи, основная рабочая зона, зона повышенного расхода (резерва повышения энергоэффективности работы печи).*

Первая рабочая зона, или зона разогрева печи. Эта зона обусловлена режимами, технологически необходимыми для выхода печи на заданные технологические параметры. Фактически она является зоной холостого хода. Сократить ее возможно за счет сокращения неплановых остановов печей и

— разность между заявленными и текущими значениями потребления ТЭР;

— диагностирование энергопотоков;

— дифференциальный показатель энергоэффективности по цехам и производствам;

— коэффициент полезного использования ТЭР в технологическом процессе.

Интеллектуальная компьютерная система технического учета ТЭР должна состоять из локальных подсистем и иметь двухуровневую архитектуру (рис. 1). Количество локальных подсистем ИКСТУ ТЭР зависит от сложности технологического процесса каждого структурного подразделения. Ядром системы должна быть базовая ПЭВМ с пакетом прикладных программ, составленных по



Таблица 1. Суточный расход газа по зонам работы печей цементного завода

№ п/п	Диапазон суточного расхода газа, м ³ /сут.		
	Зона разогрева печи	Основная рабочая зона	Зона повышенного расхода газа
Печи № 1, 2	139233–264254	266035–300507	300876–307961
Печь № 3	152279–208155	208424–221210	221263–222786
Печь № 4	141921–182862	183028–203501	203847–211720

сокращения времени разогрева после останова.

Вторая зона, или основная рабочая зона. Эта зона соответствует работе печи с заданной производительностью. Однако в рабочей зоне имеется разброс суточных значений потребления газа, который можно объяснить следующими факторами:

- различной влажностью и температурой шлама;
- изменением калорийности потребляемого газа;
- человеческий фактор.

Учитывая множество контролируемых параметров печей обжига, обжигальщикам достаточно сложно оптимизировать

работу печи без компьютерной программы поддержки принятия решений.

Третья зона — зона повышенного расхода газа. Появление третьей зоны в первую очередь обусловлено человеческим фактором. Ее можно рассматривать как первоочередной резерв экономии газа. Задача ликвидации третьей зоны или ее сокращения (снижения количества суток) должна стать первоочередной.

Анализ структуры потребления газа показал, что для различных печей суточное потребление газа по зонам различно, различна и временная емкость каждой зоны, что только подчеркивает индивидуальные свойства каждой печи как объекта исследований. Эта индивидуальность

определяется в первую очередь на стадии проектирования печей, их строительства, а усиливается проводимой на них реконструкцией и модернизацией и различными условиями эксплуатации.

Выделенные зоны работы четырех печей по расходу газа за год представлены в таблице 1.

В таблице 2 представлены количественные и качественные характеристики режимов работы печи в выделенных зонах. Как видно из таблицы, наибольший расход газа в зоне разогрева печи отмечается для печей № 1, 2 — 11,5% от общего расхода газа за период. Потребление по основной рабочей зоне колеблется от 80% до 90% для печей цементного завода, а зона повышенного расхода газа по количеству дней незначительна (менее 10% от общего количества рабочих дней), расход газа в этой зоне достигает в минимуме 4,8% (печь № 3), а в максимуме 8,7% от суммарного расхода газа по печам за период. Указанные данные свидетельствуют об имеющемся потенциале энергосбережения по газовым печам в размере до 10% от суммарного потребления газа.

Внедрение для действующей системы АСУ ТП программного обеспечения, позволяющего анализировать общую тенденцию изменения как временной емкости (количество суток) зон, так и потребления газа, даст возможность реально оценить вклад технологов-обжигальщиков в повышение энергоэффективности и стимулировать их дальнейшую работу.

В этих условиях специалисты предприятия могут проводить ежесуточный мониторинг расходования ТЭР и выпуска продукции, вносить корректировки, что может полностью заменить энергоаудит, проводимый один раз в пять лет. Стимулированием внедрения ИКСТУ ТЭР может быть отмена проведения внешнего энергоаудита, стоимость которого может быть соизмерима со стоимостью программного обеспечения.

Выводы

Скорейшее внедрение ИКСТУ ТЭР на крупнейших промышленных предприятиях республики позволит не только повысить эффективность деятельности в области энергосбережения, но и полностью отказаться от проведения дорогостоящего энергетического обследования и перейти к ежесуточному мониторингу энергоэффективности. ИКСТУ ТЭР — ключ к созданию системы стимулирования работников предприятий в области повышения энергоэффективности. 

Таблица 2. Количественные и качественные характеристики режимов работы печей по зонам цементного завода

Потребитель	К-во суток в зоне (временная емкость)	Суммарное потребление газа, м ³	% от общего потребления газа за период
Зона разогрева печи			
Печи № 1, 2	62	11298295	11,5%
Печь № 3	19	3606310	4,6%
Печь № 4	20	3377739	4,7%
Основная рабочая зона			
Печи № 1, 2	285	81106384	82,4%
Печь № 3	327	70510069	90,5%
Печь № 4	317	61547683	86,5%
Зона повышенного расхода газа			
Печи № 1, 2	20	6064612	6,2%
Печь № 3	17	3770743	4,8%
Печь № 4	30	6200050	8,7%
ИТОГО			
Печи № 1, 2	367	98469291	100%
Печь № 3	363	77887122	100%
Печь № 4	367	71125472	100%