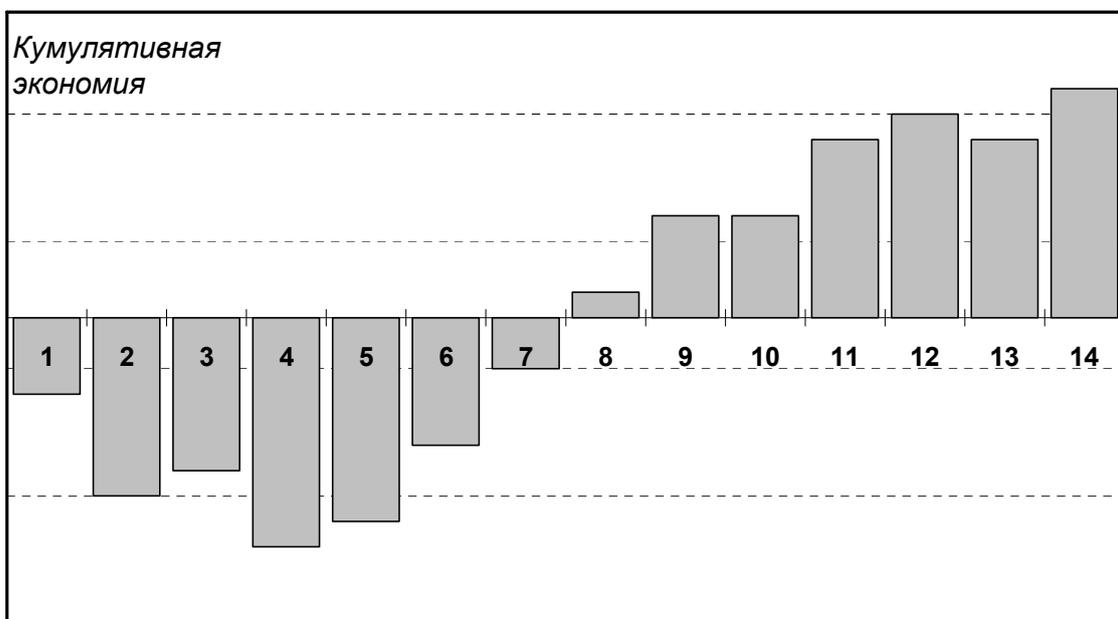


ПОСОБИЕ ПО КУРСУ
"ОСНОВЫ ЦЕЛЕВОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО
МОНИТОРИНГА"



СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ В ЦЕЛЕВОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ	3
2. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ АУДИТ	8
3. ПЛАН ВНЕДРЕНИЯ	12
4. ИЗМЕРЕНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ.....	14
5. ЦЕЛЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ	17
6. СБОР И ВВОД ДАННЫХ	20
7. АНАЛИЗ ДАННЫХ И УСТАНОВКА ЦЕЛЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ.....	26
8. ОТЧЕТЫ И ГРАФИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ	31
9. РАЗРАБОТКА И ВЫПОЛНЕНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ.....	34
10. РЕСУРСЫ И КЛЮЧ К УСПЕХУ	36
2. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ АУДИТ.....	8
3. ПЛАН ВНЕДРЕНИЯ	12
4. ИЗМЕРЕНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ.....	14
5. ЦЕЛЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ	17
6. СБОР И ВВОД ДАННЫХ	20
7. АНАЛИЗ ДАННЫХ И УСТАНОВКА ЦЕЛЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ.....	26
8. ОТЧЕТЫ И ГРАФИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ	31
9. РАЗРАБОТКА И ВЫПОЛНЕНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ.....	34
10. РЕСУРСЫ И КЛЮЧ К УСПЕХУ	36

Данное пособие подготовлено с использованием материалов учебного курса по Целевому Энергетическому Мониторингу, разработанного компанией March Consulting Group, Великобритания. Курс многократно читался для представителей различных отраслей промышленности, муниципального хозяйства и учебных организаций как в Великобритании, так и в других странах. Материалы прошли апробацию в России и были скорректированы с учетом опыта внедрения системы ЦЭМ на российских предприятиях.

1. ВВЕДЕНИЕ В ЦЕЛЕВОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

Данное пособие содержит основы методологии и практические рекомендации по внедрению Целевого Энергетического Мониторинга. Целевой Энергетический Мониторинг (ЦЭМ) является системой, которая дает возможность предприятию осуществлять контроль над потреблением энергии так же, как и над любым другим дорогостоящим ресурсом.

Рассматриваемый подход фактически может применяться в управлении и контроле над производством или людскими ресурсами, что приведет к общему уменьшению производственных затрат.

Первоначальные идеи

При рассмотрении структуры энергетического менеджмента на предприятии необходимо принять во внимание три основных вопроса, напрямую касающиеся системы ЦЭМ:

- как контролируются затраты на энергоресурсы?
- кто оплачивает счета?
- являются ли платежи экономически обоснованными, т.е. соответствуют ли они полезному выходу от использования энергии?

НЕКОТОРЫЕ ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЕ ИДЕИ
<ul style="list-style-type: none"> • КАК КОНТРОЛИРУЮТСЯ ЗАТРАТЫ НА ЭНЕРГИЮ? • КТО ОПЛАЧИВАЕТ СЧЕТА? • СООТВЕТСТВУЮТ ЛИ ПЛАТЕЖИ РЕАЛЬНОМУ ВЫХОДУ?

Какие известны системы мониторинга?

Использующиеся системы мониторинга энергопотребления на предприятиях можно ранжировать по уровням, отражающим совершенство подхода к данному вопросу и, в некоторой степени, заинтересованность предприятия в рациональном и экономном использовании энергии:

1. оплата ежемесячных счетов за энергоресурсы;
2. сверка счетов с фактическими показаниями основных (коммерческих) счетчиков;
3. ежемесячное энергопотребление сопоставляется с выходом продукции;
4. еженедельный более детальный, основанный на показаниях субсчетчиков, мониторинг энергопотребления по подразделениям предприятия с сопоставлением с выходом продукции в данных подразделениях;
5. система еженедельного мониторинга, основанная на показаниях субсчетчиков, с определением целевых показателей энергопотребления. Данная система и называется системой Целевого Энергетического мониторинга.

КАКИЕ ИЗВЕСТНЫ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА?	
УРОВЕНЬ	СИСТЕМА
1 -	ТОЛЬКО ЕЖЕМЕСЯЧНЫЕ СЧЕТА
2 -	ЕЖЕМЕСЯЧНЫЕ ПОКАЗАНИЯ СЧЕТЧИКОВ СВЕРЯЮТСЯ СО СЧЕТАМИ
3 -	ЕЖЕМЕСЯЧНЫЕ ПОКАЗАНИЯ СЧЕТЧИКОВ СОПОСТАВЛЯЮТСЯ С ВЫХОДОМ ПРОДУКЦИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УДЕЛЬНОГО ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ
4 -	СИСТЕМА ЕЖЕНЕДЕЛЬНОГО МОНИТОРИНГА, ОСНОВАННАЯ НА НАЛИЧИИ СУБСЧЕТЧИКОВ
5 -	ЕЖЕНЕДЕЛЬНАЯ СИСТЕМА, ОСНОВАННАЯ НА СУБСЧЕТЧИКАХ С ОПРЕДЕЛЕНИЕМ ЦЕЛЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Кто оплачивает энергоресурсы?

Постоянный мониторинг потребления энергии приносит наилучшие результаты, если существует финансовая ответственность за потребление энергии. Важно, чтобы бюджетные средства на энергоресурсы передавались в каждое подразделение. На большинстве предприятий ответственность за оп-

КТО ОПЛАЧИВАЕТ ЭНЕРГОРЕСУРСЫ?
<ul style="list-style-type: none"> • ФИНАНСОВЫЙ ОТДЕЛ • ОТДЕЛ ИНЖЕНЕРНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ • КАЖДЫЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ УЧАСТОК КАКУЮ ТО ДОЛЮ • КАЖДЫЙ УЧАСТОК В СООТВЕТСТВИИ С ИЗМЕРЕННЫМ ЗНАЧЕНИЕМ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ

лату энергии возложена на отдел главного энергетика, который может только фиксировать потребление энергии (а также ее выработку и распределение). Конечное потребление энергии в основном зависит и может контролироваться производственным персоналом.

При введении реальной финансовой ответственности производственных подразделений каждое из них оплачивает энергоресурсы в соответствии с измеренным значением потребления. При всех прочих схемах люди, занятые в производстве, не могут полностью нести ответственность.

Насколько оправданы затраты на энергоресурсы?

Когда мы говорим о затратах на энергоресурсы, мы спрашиваем, эффективно ли мы используем приобретенную энергию. Для того чтобы ответить на этот вопрос, нам необходимо средство для измерения эффективности. Ниже в данном пособии говорится о том, каким образом можно определять эффективность. Кроме того, необходимо решить, кто будет ответственным за измерение эффективности на предприятии, нужен механизм гарантии, что мы ведем предприятие к минимальным затратам на энергоресурсы. Целевой Энергетический Мониторинг является средством, которое поможет нам добиться этих целей.

НАСКОЛЬКО ОПРАВДАНЫ ЗАТРАТЫ НА ЭНЕРГОРЕСУРСЫ?
<ul style="list-style-type: none"> • КАК МЫ ИЗМЕРЯЕМ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ? • КТО ЯВЛЯЕТСЯ ОТВЕТСТВЕННЫМ? • КАК МЫ МОЖЕМ УБЕДИТЬСЯ, ЧТО ДОСТИГНУТЫ МИНИМАЛЬНЫЕ ЗАТРАТЫ НА ЭНЕРГОРЕСУРСЫ?

Типичный пример

Для иллюстрации вышесказанного рассмотрим пример типичного предприятия. Предприятие получает счета за потребление энергии ежемесячно и передает их в отдел инженерного обеспечения для проверки. Там их сверяют с показаниями коммерческих счетчиков и передают в финансовый отдел для оплаты. При этом строится помесичный график потребления.

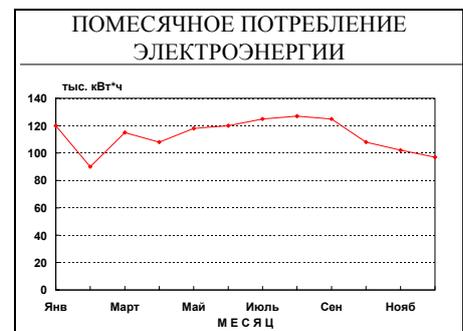
ТИПИЧНЫЙ ПРИМЕР				
<ul style="list-style-type: none"> • КОМПАНИЯ ПРОИЗВОДИТ ПЕЧЕННЫЕ БОБЫ • ЗАТРАТЫ НА ЭНЕРГИЮ £ 720 000 В ГОД • СРЕДНЯЯ МЕСЯЧНАЯ ПЛАТА ЗА <table border="0" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>– ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ</td> <td>£ 37 500</td> </tr> <tr> <td>– ГАЗ</td> <td>£ 22 500</td> </tr> </table> • СЧЕТА НАПРАВЛЯЮТСЯ В ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ ДЛЯ ПРОВЕРКИ • СЧЕТА ОПЛАЧИВАЮТСЯ ФИНАНСОВЫМ ОТДЕЛОМ • НАСКОЛЬКО ОБОСНОВАНЫ ЭТИ ЗАТРАТЫ? 	– ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ	£ 37 500	– ГАЗ	£ 22 500
– ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ	£ 37 500			
– ГАЗ	£ 22 500			

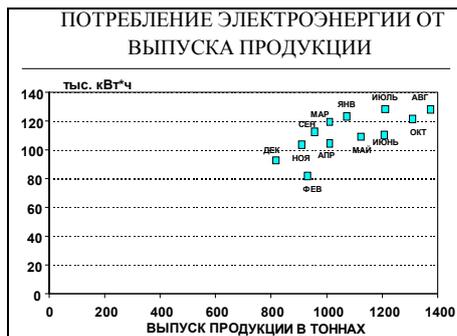
Какие выводы могут быть сделаны из этого графика? Должны быть заданы следующие вопросы:

- почему существует провал в потреблении электроэнергии в феврале?
- почему потребление электроэнергии в летний период столь велико?

Однако ответить на эти вопросы, пользуясь приведенным графиком трудно.

Но если мы сопоставим месячное потребление энергии с выпуском продукции, можно увидеть, каким образом энергопотребление соотносится с изменениями в производстве. Из графика видно, что низкое потребление в феврале в значительной степени объясняется уменьшенным выпуском продукции (т.е. потребление на единицу продукции практически в пределах нормы), но в летние меся-





цы все же завышенное. Дальнейший вывод может состоять в том, что большое количество работающих холодильных установок на предприятии вызывает высокое потребление энергии в летние месяцы.

Анализ графика

Рассмотрев график, мы решили, что есть отдельные месяцы с высоким потреблением энергии, даже если брать во внимание выпуск продукции. Как мы можем определить, что случилось? Прежде всего, слишком поздно проверять, поскольку это произошло, по крайней мере, месяц назад, и к тому же, без дополнительных измерений нельзя определить, кто или что вызвало высокое потребление энергии. Поскольку отдел инженерного обеспечения является ответственным за бюджет, мы считаем их ответственными, но в действительности, вероятно, что ответственным является производственный персонал. Кто-нибудь сказал им, что потребление энергии за месяц является высоким? Как нам преодолеть все эти проблемы?

АНАЛИЗ ГРАФИКА

- НЕСКОЛЬКО МЕСЯЦЕВ С ВЫСОКИМ ПОТРЕБЛЕНИЕМ
- КАКОВЫ ПРИЧИНЫ?
 - СЛИШКОМ ПОЗДО ВЫЯСНЯТЬ
- КТО ВИНОВЕН ?
 - ОТДЕЛ ИНЖЕНЕРНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ?
- СКОРЕЕ ВСЕГО ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПЕРСОНАЛ
 - КТО НИБУДЬ СКАЗАЛ ИМ ОБ ЭТОМ?

Что это такое?

В систему Целевого Энергетического Мониторинга входят пять основных составляющих:

- учет потребления энергии и воды посредством системы счетчиков для подразделений или отдельных установок, называемых энергоучетные центры (ЭУЦ);
- установка уровня энергопотребления каждого ЭУЦ в зависимости от выпуска продукции или других влияющих факторов – установка целевого потребления;
- создание постоянной, в большинстве случаев еженедельной, системы отчетов, что позволяет измерять энергоэффективность каждого ЭУЦ и устанавливать изменения в сфере финансовых прибылей или потерь;
- создание групп производственного персонала, которые будут регулярно встречаться для обсуждения путей улучшения эффективности и выполнения запланированных мероприятий;
- создание механизма обратной связи на всех уровнях предприятия, таким образом, повысив осознание и мотивацию для улучшения ситуации.



Опыт применения ЦЭМ

Целевой Энергетический Мониторинг очень развит в странах Западной Европы. В некоторых из них, в частности в Великобритании, его развитие пропагандируется и частично финансируется государственными структурами. После вложения больших средств в энергоаудиты было понято, что существ-

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ В ВЕЛИКОБРИТАНИИ
<ul style="list-style-type: none"> • ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ МЕРОПРИЯТИЕ К ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ АУДИТАМ • ОХВАЧЕНО 25 ОТРАСЛЕЙ ЭКОНОМИКИ • ДРУГИЕ ЗНАЧИТЕЛЬНЫЕ ВЫГОДЫ • ОКОЛО 1000 ПРЕДПРИЯТИЙ АКТИВНО ИСПОЛЬЗУЮТ СИСТЕМУ ЦЭМ

ОХВАЧЕННЫЕ ОТРАСЛИ
<ul style="list-style-type: none"> • Бумажная • Текстильная • Черная и цветная металлургия • Керамическая • Кирпичная • Пищевая и консервная • Химическая • Стекольная • Цементная • Розничная торговля • Транспорт • Административные здания

СЕКТОРА ПРОМЫШЛЕННОСТИ	
<ul style="list-style-type: none"> • ОТНОСИТЕЛЬНО ПРОСТЫЕ - – МЕТАЛЛУРГИЯ ЦВЕТНАЯ И ЧЕРНАЯ – КИРПИЧНАЯ И КЕРАМИЧЕСКАЯ – СТЕКОЛЬНАЯ – БУМАЖНАЯ – ПИЩЕВАЯ 	<ul style="list-style-type: none"> • БОЛЕЕ СЛОЖНЫЕ – ТЕКСТИЛЬНАЯ – ЦЕМЕНТНАЯ – РЕЗИНА И ПЛАСТИК – КОММЕРЧЕСКИЙ • ТРУДНЫЕ - – ХИМИЧЕСКАЯ – МАШИНОСТРОЕНИЕ

вует серьезный барьер в осуществлении проектов и поддержании правильных административно-хозяйственных мероприятий по экономии энергии.

Проблема состояла в том, что аудит показывает “фотографическую” картину того, что было неправильно и что может быть улучшено, но об этом очень скоро забывается. Однако постоянная система мониторинга может быть реализована так, чтобы она представляла “активный аудит”, посредством которого структуры управления предприятием постоянно получают информацию и напоминают, когда они действуют неэффективно.

Внедрение системы ЦЭМ охватило широкий спектр отраслей промышленности и экономики в целом. Вначале концентрировались на секторах с интенсивным потреблением энергии, но затем было быстро обнаружено, что те же методы применимы к большинству предприятий, не взирая на их размер и затраты на энергию.

В среднем полученная экономия составила 5÷15%. Кроме экономии энергии, достигнуты и другие выгоды:

- улучшение системы финансовой отчетности;
- уточнение себестоимости продукции;
- улучшение качества продукции.

Известно, что только в Великобритании около 1000 предприятий активно применяют Целевой Энергетический Мониторинг.

Сектора промышленности

Различные отрасли промышленности можно дифференцировать по степени трудности в создании и внедрении системы ЦЭМ. Относительно простые сектора отражают тот факт, что затраты на энергию представляют значительную часть их общих производственных затрат, а также что в этих секторах достаточно простой производственный процесс.

Другие сектора являются более сложными по различным причинам. Текстильная промышленность, производство резины и пластмасс отличаются большим количеством относительно небольших потребителей энергии и поэтому затраты на измерения могут быть очень высоки (особенно для пара). Цементная промышленность имеет тенденцию к работе 168 часов в неделю с относительно постоянным выпуском продукции, что создает определенные трудности при проведении регрессионного анализа и установке целевых показателей. Нефтепромышленный сектор является особенно сложным для мониторинга и планирования потребления электроэнергии из-за большого числа относительно небольших потребителей энергии.

К трудным отраслям относится химическая, особенно циклическое производство (если выпускает-

ся много наименований изделий), которое вызывает проблемы в сборе данных и установке целей. Машиностроительная промышленность является трудной в силу ее многономенклатурности, длительного производственного цикла и большого количества энергопотребляющих установок, для которых трудно подобрать какие либо целевые переменные.

Однако во всех этих отраслях стоит заниматься внедрением ЦЭМ, поскольку решение проблем, указанных выше, в большинстве случаев можно найти.

Экономия по отраслям

По результатам внедрения ЦЭМ в различных отраслях промышленности можно вывести некоторые средние значения экономии. Каких-либо закономерностей в данных значения нет, но они служат доказательством того, что общая экономия в 5-15% в большинстве случаев возможна. Также надо иметь в виду, что высокую экономию не обязательно достигают наименее эффективные предприятия. **Более эффективные предприятия достигают наибольшей экономии**, поскольку применяют профессиональный управленческий подход, являющийся основой в получении максимума экономии от системы ЦЭМ.

ТИПИЧНАЯ ЭКОНОМИЯ ПО ОТРАСЛЯМ	
ОТРАСЛЬ	% ЭКОНОМИИ
КИРПИЧНАЯ	5
ПИЩЕВАЯ	13
ЧЕРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ	8
ЦВЕТНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ	12
БУМАЖНАЯ	9
КЕРАМИЧЕСКАЯ	4
ТЕКСТИЛЬНАЯ	18

Программа

В данном пособии будут рассмотрены следующие основные вопросы:

1. Различные аспекты мониторинга, включая решение, сколько счетчиков следует закупить и где их установить.
2. Анализ данных и установка целей, определение показателей энергоэффективности.
3. Различные варианты отчетов, которые можно создать для представления информации людям, ответственным за энергопотребление.
4. Действия, которые обеспечат экономию. Это наиболее трудная часть!

ПРОГРАММА
<ul style="list-style-type: none"> • МОНИТОРИНГ • АНАЛИЗ ДАННЫХ / УСТАНОВКА ЦЕЛЕЙ • ОТЧЕТНОСТЬ • ПОЛУЧЕНИЕ ЭКОНОМИИ

2. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ АУДИТ

Поскольку для функционирования системы ЦЭМ потребуется установка дополнительных счетчиков, нужно определить объем необходимых для этого средств, прежде чем мы сможем оценить общие затраты на систему ЦЭМ. Для этого проводится предварительный энергетический аудит.

ЦЕЛИ
<ul style="list-style-type: none"> • ОПРЕДЕЛИТЬ ОБЪЕКТЫ МОНИТОРИНГА • ОПРЕДЕЛИТЬ ЦЕНТРЫ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕТА • ОПРЕДЕЛИТЬ ЗАТРАТЫ НА ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ МОНИТОРИНГА

Цели

Общие цели предварительного аудита следующие:

- определить объекты мониторинга, принимая во внимание ежегодное потребление и вероятное, по нашему мнению, количество сэкономленной энергии;
- определить центры для организации учета и ответственных за энергозатраты;
- оценить общую стоимость системы, включая счетчики, возможное компьютерное обеспечение и людские ресурсы.

АУДИТ	
ЗАТРАТЫ НА ЭНЕРГИЮ (\$ В ГОД)	АУДИТ (ЧЕЛОВЕКО-ДНЕЙ)
< 400 000	1
400 000 - 750 000	1-2
750 000 - 1 500 000	2
> 1 500 000	2-3

Аудит

Количество дней, которые должны быть затрачены на изучение системы энергоснабжения на предприятии, трудно определить. По опыту работы можно примерно оценить, сколько времени будет затрачено на определение мест размещения счетчиков и оценку затрат в зависимости от годовых затрат на энергию. Как правило, на это требуется от 1 до 3 дней. Более наглядно трудозатраты для некоторого типичного предприятия можно выразить в зависимости от потребления электроэнергии. В этом случае мы можем представить это как:

кВт×ч/год	Аудит (человеко-дни)
<5 млн.	1
5-10 млн.	1÷2
10-20 млн.	2
>20 млн.	2÷3

ИНФОРМАЦИЯ НЕОБХОДИМАЯ ДО ПРОВЕДЕНИЯ АУДИТА
<ul style="list-style-type: none"> • ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ И ЗАТРАТЫ ЗА 12 МЕСЯЦЕВ • СХЕМЫ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ВСЕХ ВИДОВ РЕСУРСОВ: <ul style="list-style-type: none"> - ГАЗ - ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ - ПАР - ВОДА И Т.Д. • ДАННЫЕ О ВЫПУСКЕ ПРОДУКЦИИ ЗА 12 МЕСЯЦЕВ • ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБОРУДОВАНИЯ

Информация, необходимая для проведения аудита

Информация, необходимая для проведения аудита, представляет собой следующее:

- энергопотребление за 12 месяцев и затраты;
- схемы распределительных сетей для всех энергоресурсов и воды;
- данные о выпуске продукции за 12 месяцев;
- мощность основного оборудования и установок.

Энергопотребление за 12 месяцев и данные об объеме производства за это время являются основными. Желательно построить графики зависимостей энергопотребления и производительности

сти, чтобы посмотреть, как они коррелируются между собой.

Схемы распределительных сетей для основных видов энергоресурсов чрезвычайно полезны для определения мест размещения дополнительных счетчиков.

Основные характеристики оборудования также помогут вам в проведении аудита.

Аудит использования электроэнергии

Аудит использования электроэнергии обычно требует больше всего времени, что обусловлено разнообразием потребителей. Если амперметры установлены на основных распределительных пунктах, то быстрый обход всех подстанций может помочь вам определить приблизительное распределение всей нагрузки. Если необходимы более точные показания или амперметры не уставлены, то могут быть использованы токоизмерительные клещи. Следующий шаг – оценить число часов работы в неделю или сутки различных участков и сопоставить полученные результаты с показаниями основных счетчиков на вводах.

АУДИТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ
<ul style="list-style-type: none"> • ОПРЕДЕЛИТЬ ОСНОВНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ • ОЦЕНИТЬ ЧИСЛО ЧАСОВ РАБОТЫ В НЕДЕЛЮ • СОСТАВИТЬ БАЛАНС НЕДЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ

Аудит потребления топлива и воды

Для других энергоресурсов, в большинстве случаев, можно произвести оценку только по номинальным параметрам установок и времени их работы. Затем можно сопоставить полученное энергопотребление с показаниями счетчика, аналогично случаю с электроэнергией. Вообще, аудит этих энергоресурсов не так сложен, как кажется, поскольку обычно количество потребителей не велико (за исключением систем отопления!).

АУДИТ ГАЗА / ПАРА / ВОДЫ / ЖИДКОГО ТОПЛИВА
<ul style="list-style-type: none"> • МОЖНО ОЦЕНИТЬ ТОЛЬКО ОТНОСИТЕЛЬНО НОМИНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ УСТАНОВОК И РАБОЧЕГО ВРЕМЕНИ • НЕ ТАК ТРУДНО, ЕСЛИ ВОЗМОЖНО ВЫДЕЛИТЬ УСТАНОВКИ ИЛИ УЧАСТКИ

Типичный баланс энергии

Типичный энергобаланс представляет собой разбиение энергопотребления и затрат по основным потребителям. Обратите внимание, что интерес представляют и недельная, и годовая стоимости энергоресурсов. Годовая стоимость удобна для определения мест установки дополнительных счетчиков. Недельные затраты покажут нам, какого порядка величины мы будем контролировать при организации еженедельного мониторинга. Очевидно, что если недельные показатели малы, то никто не будет слишком заботиться о тщательном контроле данного участка.

При подведении баланса мы неизбежно получим расхождение в показаниях между суммой отдельных потребителей и общим значением. Эту разницу обычно принимают как "неучтенное".

Целесообразность установки счетчиков

После проведения аудита нужно определить места,

ТИПОВОЙ ЭНЕРГОБАЛАНС			
УСТАНОВКА/УЧАСТОК	кВт*ч	\$/нед	\$/год
Воздушные компрессора	10000	750	37500
Холодильные компрессора	18000	1350	67500
Линия разлива	9000	675	33750
Линия стерилизации	12000	900	45000
Холодильные камеры	8000	600	30000
Офисы	3000	225	11250
Освещение	5000	375	18750
Вентиляция помещений	6000	450	22500
Котельная	7000	525	26250
Упаковка	11000	825	41250
Неучтенное	11000	825	41250
ВСЕГО	100 000	7500	375000

ОБОСНОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕТА	
$C = \frac{A \cdot P \cdot t}{100}$	
C - ОБОСНОВАННЫЕ ЗАТРАТЫ НА ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ УЧЕТА	
A - ГОДОВЫЕ ЗАТРАТЫ НА ЭНЕРГОРЕСУРСЫ	
P - ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЭКОНОМИЯ	
t - ПРИЕМЛЕМЫЙ СРОК ОКУПАЕМОСТИ (ЛЕТ)	

где мы предполагаем установить дополнительные счетчики. Для оценки приемлемых затрат на счетчики рекомендуется использовать следующее уравнение:

$$C = (A \cdot P \cdot t) / 100 ,$$

где C - обоснованные затраты на счетчики;
A - годовые энергозатраты;
P - потенциальная экономия;
t - приемлемый срок окупаемости.

Приемлемым, обычно, считается срок окупаемости один год. Подставляя в уравнение потенциальную экономию, можно определить количество счетчиков для каждого из энергоресурсов.

Величина потенциальной экономии

Типичные значения потенциальной экономии для каждого вида энергоресурсов могут быть приняты следующими:

ТИПИЧНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ "P"	
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ	3%
ГАЗ/МАЗУТ	5%
ПАР	5%
ВОДА	5-10%
СЖАТЫЙ ВОЗДУХ	10%
ХОЛОДИЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ	10%

- Электроэнергия 3%
- Газ / мазут 5%
- Пар 5%
- Вода 5-10%
- Сжатый воздух 10%
- Холодильные установки 10%

Эти значения отражают сбережения, в которых можно быть уверенными. Кроме того, они специально несколько занижены, поскольку при обосновании суммарных затрат на систему ЦЭМ мы должны учесть также стоимость трудовых ресурсов, программного обеспечения и другие затраты. В действительности, для электроэнергии следует ожидать экономию около 5%, однако, если все деньги будут потрачены на установку счетчиков, то в бюджете не будет средств на другие необходимые позиции.

Подход к организации измерений

Рассмотрим, в качестве примера, предприятие, тратящее на электроэнергию ежегодно 250000 \$. Можно выделить ожидаемые 5% экономии затрат на электроэнергию (12500\$). Однако на счетчики будет потрачена только часть средств (3%), а остальные останутся для финансирования других составляющих программы ЦЭМ.

Точное место установки счетчиков определяется на основе полученного ранее разбиения по потребителям и схем распределения энергоресурсов. Вообще говоря, рекомендуется начинать установку счетчиков с основных энергетических установок (компрессоры воздушные и холодильные, котельная и т.д.), а затем рассмотреть производст-

ПОДХОД К ОРГАНИЗАЦИИ ИЗМЕРЕНИЙ	
• НАПРИМЕР, СЧЕТ ЗА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ \$250 000 В ГОД	
• 5% ЭКОНОМИИ - \$ 12 500	
• ОБЫЧНО 20-25 СЧЕТЧИКОВ	
• НАЧИНАТЬ С ОСНОВНЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ	
– ВОЗДУШНЫЕ КОМПРЕССОРЫ	
– ХОЛОДИЛЬНЫЕ КОМПРЕССОРЫ	
– КОТЕЛЬНАЯ	
• РАСПОЛОЖЕНИЕ ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ ТАКЖЕ КОНФИГУРАЦИЕЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ	

венные подразделения.

Если полученная экономия составит больше, чем 5%, то дополнительные средства могут быть реинвестированы в установку большего количества счетчиков для завершения системы учета на предприятии.

Энергоучетные центры

Когда места установки счетчиков выбраны, нужно принять меры, чтобы сделать потребителей энергии ответственными за величину потребления. Для этого формируются Энергоучетные Центры (ЭУЦ). ЭУЦ может быть образован одним или несколькими счетчиками. Например, при параллельной работе нескольких компрессоров выработка сжатого воздуха может быть ЭУЦ, но будет включать суммарные показания счетчиков каждого компрессора. Каждый ЭУЦ должен удовлетворять трем основным критериям:

ЭНЕРГОУЧЕТНЫЕ ЦЕНТРЫ (ЭУЦ)

- ВЫДЕЛЯЕМЫЕ УЧАСТКИ / УСТАНОВКИ
- ПОДОТЧЕТНЫЕ ОДНОМУ ЧЕЛОВЕКУ
- ЗНАЧИТЕЛЬНЫЕ ЗАТРАТЫ НА ЭНЕРГИЮ

- выделяемые участки / установки;
- подотчетны одному человеку;
- существенные затраты на энергию.

3. ПЛАН ВНЕДРЕНИЯ

Следующий этап – разработка плана внедрения и одобрение его руководством предприятия. План внедрения отражает, главным образом, результаты предварительного аудита и некоторые другие важные пункты, обсужденные ниже.

ОСНОВНАЯ ЦЕЛЬ
<ul style="list-style-type: none">• ПРОДАТЬ ИДЕЮ СТАРШЕМУ УПРАВЛЕНЧЕСКОМУ ПЕРСОНАЛУ• ФИНАНСОВОЕ ОБОСНОВАНИЕ - ОПРЕДЕЛИТЬ СТОИМОСТЬ ПРОГРАММЫ И ПОТЕНЦИАЛ ЭКОНОМИИ• ВЫРАБОТАТЬ КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ВНЕДРЕНИЯ• ОПРЕДЕЛИТЬ "КОМАНДУ" ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Основная цель

Основная цель плана внедрения – убедить руководство предприятия в целесообразности внедрения ЦЭМ. Нужно показать, что ЦЭМ имеет достаточную финансовую эффективность и учтены все аспекты. Если вы хотите проявить осторожность, оцените потенциальные сбережения, используя приведенные выше величины. Однако если вы уверены, что можно достигнуть большей экономии, то это сократит срок окупаемости ЦЭМ, повысив шансы на утверждение проекта.

В план внедрения должны быть включены график выполнения проекта и предложения по составу "команды" проекта.

ЭНЕРГОГРУППА КТО ?
<ul style="list-style-type: none">• СТАРШИЙ УПРАВЛЕНЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ• ОТВЕТСТВЕННЫЕ ЗА ВЫПУСК ПРОДУКЦИИ• ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПЕРСОНАЛ• "ЛИДЕР ПРОЕКТА"• ПРЕДСТАВИТЕЛИ ФИНАНСОВОГО / ПЛАНОВОГО ОТДЕЛА И ОТК

Энергогруппа – кто?

На предприятии нужно сформировать руководящую группу для обеспечения внедрения ЦЭМ. Наилучший вариант – энергогруппа, которая будет собираться обычно раз в месяц для обсуждения хода выполнения ЦЭМ и возможных энергосберегающих проектов. В состав энергогруппы должны входить представители различных направлений:

- старший управленческий персонал;
- менеджеры по выпуску продукции;
- инженерно-технический персонал;
- "лидер проекта";
- финансовый отдел и контроль качества.

Члены энергогруппы, естественно, не единственные, кто будет участвовать в проекте ЦЭМ и отвечать за энергосбережение.

Представители руководства предприятия обязательно должны входить в энергогруппу, чтобы обеспечить необходимую поддержку ЦЭМ. Производственный персонал будет отвечать за достижение установленных целей по отчетам ЦЭМ на обычных производственных совещаниях.

"Лидер проекта" ЦЭМ должен обеспечивать проведение работ в соответствии с планом и регулярность сбора и распространения информации. Этот человек – ключ к успеху проекта.

Представителей финансового или экономического отдела также имеет смысл вовлечь в энергогруппу, поскольку речь идет о затратах и себестоимости продукции.

ЭНЕРГОГРУППА ДЛЯ ЧЕГО ?
<ul style="list-style-type: none">• для организации взаимодействия с остальными работниками предприятия• для помощи "лидеру проекта" в выполнении им своих обязанностей• для обеспечения выполнения мероприятий• для координации действий в рамках предприятия в целом

Энергогруппа – для чего?

Основные цели создания энергогруппы следующие:

- доведение целей и плана внедрения до остальных работников предприятия;
- помощь "лидеру проекта" в выполнении его обязанностей;
- обеспечение выполнения намеченных мероприятий;
- координация деятельности на предприятии в целом.

Основными элементами ЦЭМ являются взаимодействие и информация, и чрезвычайно важно, чтобы энергогруппа доводила информацию и организовывала взаимодействие между сотрудниками различных подразделений предприятия. Вторая задача – помощь руководителю проекта, например, обеспечение доступности всей необходимой информации.

Энергогруппа отвечает также за обеспечение выполнения всех мероприятий либо самой группой, либо кем-либо другим. Координирующий аспект тоже важен, поскольку каждый на предприятии должен знать свою роль и задачу в достижении экономии энергии.

Презентация

План внедрения ЦЭМ должен быть представлен в виде краткого отчета, описывающего основные затраты и выгоды наряду с графиком выполнения проекта. Наилучший путь для получения поддержки руководства – выступление на совете директоров для акцентирования на преимуществах ЦЭМ. При этом обязательно должен присутствовать руководитель предприятия, чтобы заручиться его поддержкой. Мало вероятно, что без видимой поддержки руководства удастся добиться максимальной возможной экономии или что система вообще будет работать надлежащим образом.

Также обязательно присутствие всех тех сотрудников, кто будет отвечать за энергопотребление, чтобы объяснить им, что от них ожидается. В это же время целесообразно назначить "лидера проекта" ЦЭМ.

ПРЕЗЕНТАЦИЯ
<ul style="list-style-type: none">• короткий отчет, описывающий план и график работ по проекту• презентация руководителям на высоком уровне для получения поддержки• обеспечить присутствие всех необходимых людей на презентации для того, чтобы все знали, что будет происходить и каковы их обязанности• "лидер проекта" должен быть назначен для контроля выполнения графика

4. ИЗМЕРЕНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ

Когда места установки дополнительных счетчиков определены, нужно переходить к их заказу и монтажу. В этом разделе изложены некоторые соображения, которые следует принимать во внимание при выборе счетчиков.

СЧЕТЧИКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	
• ПРОСТЫЕ И ТОЧНЫЕ	$\pm 0,1\%$
• ОТНОСИТЕЛЬНО ДЕШЕВЫЕ	
• ДИАПАЗОН ИЗМЕРЕНИЙ - БОЛЬШИНСТВО ТРАНСФОРМАТОРОВ ТОКА ДАЮТ БОЛЬШУЮ ПОГРЕШНОСТЬ ПРИ ТОКЕ НИЖЕ 20% НОМИНАЛЬНОГО	
• В БОЛЬШИНСТВЕ СЛУЧАЕВ УСТАНОВКА МОЖЕТ БЫТЬ ОСУЩЕСТВЛЕНА БЕЗ ОТКЛЮЧЕНИЯ ЩИТА	
• ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНА УСТАНОВКА СЧЕТЧИКОВ С ПОКАЗАНИЯМИ кВт*ч И кВт	

Счетчики электроэнергии

Счетчики электроэнергии, вероятно, наиболее просты для выбора и установки. При условии правильного подбора трансформаторов тока, должна быть получена точность показаний $\pm 0,1\%$. Нужно учитывать, что при токе ниже 20% номинального точность трансформаторов тока существенно ухудшается.

Стоимость электросчетчиков и трансформаторов тока невелика. В большинстве случаев, подключение счетчиков электроэнергии может быть произведено без отключения нагрузки или с минимальным временем перерыва электроснабжения. Предпочтительна установка счетчиков с показаниями кВт*ч и кВт для оценки мгновенной мощности.

СЧЕТЧИКИ ГАЗА	
• ТУРБИННЫЕ СЧЕТЧИКИ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЕЕ, ЧЕМ ДИАФРАГМЕННЫЕ	
• ДЛЯ КРУПНЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ НЕОБХОДИМА КОМПЕНСАЦИЯ ПО ТЕМПЕРАТУРЕ И ДАВЛЕНИЮ	
• ДОСТАТОЧНО ТОЧНЫЕ	$\pm 1\%$

Счетчики газа

Счетчики газа могут быть разделены на две большие категории: объемные (основанные на заполнении газом фиксированного объема) и скоростные. Объемные счетчики имеют очень высокую точность, но применимы только при малых расходах газа. Скоростные счетчики выполняются обычно либо турбинными, либо диафрагменными.

Турбинные счетчики имеют более высокую точность. Они используют турбину со скоростью вращения пропорциональной скорости газа. Диафрагменные счетчики измеряют перепад давления, пропорциональный скорости газа. Точность скоростных счетчиков любого типа существенно возрастает при использовании компенсации по давлению и температуре газа. В этом случае может быть получена точность около 1%.

СЧЕТЧИКИ ЖИДКОГО ТОПЛИВА	
• ПОПЛАВКОВЫЕ СЧЕТЧИКИ НЕ ТОЧНЫ	
• ЛЕГКИ В УСТАНОВКЕ	
• ОТНОСИТЕЛЬНО ДЕШЕВЫЕ	
• НЕОБХОДИМА КОМПЕНСАЦИЯ ПО ПЛОТНОСТИ (Т.Е. ПО ТЕМПЕРАТУРЕ)	

Счетчики жидкого топлива

Обычный способ измерения потребления жидкого топлива на предприятии состоит в измерении уровня топлива в главной топливной цистерне и учете всех поставок топлива. Такой способ редко дает точность, достаточную для ЦЭМ, где нужно учитывать достаточно малые (в пределах 5%) изменения потребления.

Существующие счетчики жидкого топлива просты в установке и относительно дешевы. Если используется подогрев топливопровода, требуется компенсация по температуре. При наличии подводящей и возвратной линии важно установить счетчики на обеих. В этом случае потребление может

быть вычислено как разность показаний.

СЧЕТЧИКИ УГЛЯ
<ul style="list-style-type: none">• ТЕХНОЛОГИЯ ИЗМЕРЕНИЙ НЕ ОЧЕНЬ РАЗВИТА В ВЕЛИКОБРИТАНИИ• ОБЫЧНО РАССЧИТЫВАЮТ ОБЪЕМ, ПРОПУЩЕННЫЙ ВИНТОВЫМ ПОДАЮЩИМ МЕХАНИЗМОМ• СЧИТАЮТ КОЛИЧЕСТВО ОБОРОТОВ ВИНТА• НО ПЛОТНОСТЬ НЕ ПОСТОЯННА!

СЧЕТЧИКИ ПАРА
<ul style="list-style-type: none">• ПРАВИЛЬНЫЙ ВЫБОР РАЗМЕРА ОЧЕНЬ ВАЖЕН• ОТНОСИТЕЛЬНО ДОРОГИЕ• МНОЖЕСТВО РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ• НЕОБХОДИМА КОРРЕКЦИЯ ПО ТЕМПЕРАТУРЕ И ДАВЛЕНИЮ• ВЫСОКИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ РАСХОДЫ• ВАЖЕН ОТВОД КОНДЕНСАТА ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ГИДРАВЛИЧ. УДАРОВ

СЧЕТЧИКИ ВОДЫ
<ul style="list-style-type: none">• СТАНДАРТНЫЕ СЧЕТЧИКИ ПРИМЕНИМЫ ДО 40° С• ОТНОСИТЕЛЬНО ДШЕВЬЕ• В НЕКОТОРЫХ СЛУЧАЯХ НЕОБХОДИМЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ РАСХОДА ПАРА• НЕОБХОДИМО ТОЧНО ОЦЕНИТЬ ПОТОК И ПРИ ВОЗМОЖНОСТИ УМЕНЬШИТЬ ДИАМЕТР ТРУБЫ

Счетчики угля

Точное измерение потребления угля на еженедельной основе крайне сложно. Обычный способ измерения состоит в определении объема или веса, подаваемого с каждым оборотом механизма и подсчете числа оборотов за неделю. Проблема состоит в непостоянной плотности угля, что приводит к значительным погрешностям.

Счетчики пара

Цена различных счетчиков пара может отличаться в пять и более раз в зависимости от их размера и типа. В последние годы был достигнут существенный прогресс в технологии производства счетчиков пара. Появились счетчики с динамическим соотношением (отношением максимального расхода к минимальному, при котором сохраняется высокая точность измерения) 30:1 и более. Однако такие счетчики – наиболее дорогие. Для средних по цене счетчиков, измерения расхода ниже 10% максимального не точны. Любой счетчик требует температурной компенсации и компенсации по давлению. Наконец, важно иметь отвод конденсата для предотвращения гидроудара.

Счетчики воды

Счетчики воды должны быть установлены для каждого крупного потребителя, особенно, если вода подогревается. На оборудовании, где происходит нагрев воды паром, лучше устанавливать счетчики воды, а не пара, ввиду их существенно меньшей стоимости. В этом случае, при правильном контроле температуры, снижая потребление воды, одновременно снижаем потребление пара.

Стандартные счетчики применимы при температуре воды до 40°С и относительно дешевы. Счетчики существенно удорожаются для более высоких температур. Поскольку цена водяных счетчиков существенно зависит от диаметра, в некоторых случаях может быть дешевле уменьшить диаметр трубопровода в месте установки счетчика (и на прямых отрезках до и после счетчика).

Установка

Нужно принять решение, будет ли установка счетчиков осуществлена своими силами или силами подрядчиков. Установка своими силами обычно дешевле, но занимает больше времени.

Места установки счетчиков должны быть выбраны так, чтобы обеспечить удобство считывания показаний. Если это невозможно, нужно снабдить счетчик устройством дистанционного считывания показаний. Желательно устанавливать счетчики

УСТАНОВКА
<ul style="list-style-type: none">• СВОИМИ СИЛАМИ ИЛИ ЧЕРЕЗ ПОДРЯДЧИКОВ• ЛЕГКИЙ ДОСТУП / ПЕРЕДАЧА ПОКАЗАНИЙ• ПРАВИЛЬНЫЕ ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ• НЕЛЬЗЯ НЕДООЦЕНИВАТЬ ЗАТРАТЫ• ТРЕБУЕТСЯ ВРЕМЯ ДЛЯ УСТАНОВКИ• УСТАНАВЛИВАТЬ СЧЕТЧИКИ С ВЫХОДОМ 4-20мА ИЛИ ИМПУЛЬСНЫМ, ЕСЛИ ЭТО ВОЗМОЖНО

с цифровым или аналоговым выходом, чтобы иметь возможность включить их в систему автоматического сбора данных, если таковая установлена или будет внедряться в будущем.

Нельзя недооценивать стоимость монтажа счетчиков. Установка, например, большего счетчика пара может стоить столько же, сколько сам счетчик.

5. ЦЕЛЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Следующий этап программы внедрения ЦЭМ – выбор параметров, с которыми будет сопоставляться энергопотребление. Это трудная стадия, и требуется особое внимание, поскольку ошибка может сказаться на доверии к ЦЭМ. Цели должны быть реалистичны, чтобы не подорвать мотивацию людей к экономии.

От чего зависит энергопотребление?

Основные факторы, от которых зависит потребление энергии, можно сгруппировать следующим образом:

- выход / вход (продукция, сырье);
- часы работы;
- температура (продукта, окружающая);
- прочие (содержание влаги, состав, экзотермические и эндотермические реакции).

ОТ ЧЕГО ЗАВИСИТ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ?
<ul style="list-style-type: none"> • ВЫХОД/ВХОД (ПРОДУКЦИЯ, СОДЕРЖАНИЕ РАБОТ) • ЧАСЫ РАБОТЫ • ТЕМПЕРАТУРА (ПРОДУКТА, ВНЕШНЯЯ) • КОЛИЧЕСТВО СМЕН И ЗАГРУЗОК • ДРУГИЕ (СОДЕРЖАНИЕ ВОДЫ, ЭКЗОТЕРМИЧЕСКИЕ И ЭНДОТЕРМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ И Т.П.)

Данный список не является всеобъемлющим, но он включает основные факторы, которые нужно рассматривать в первую очередь. Наиболее типичный параметр – выпуск продукции, которая может измеряться тоннами, кубическими метрами, штуками и другими единицами.

Для установок, работающих с постоянной нагрузкой, время работы – очевидный параметр для установки целевого энергопотребления.

Вторичными параметрами могут быть температура нагрева изделия или количество удаленной влаги (для процесса сушки).

Во внимание следует принимать только наиболее значимые параметры, иначе задача становится чрезмерно сложной.

Промышленность

Первое, с чего нужно начинать решение задачи выбора целевых параметров, – выяснить, какие данные уже учитываются, и провести предварительный анализ на их основе. Требование сбора новой информации обычно вызывает сопротивление персонала, так как добавляет обязанностей. К этому нужно прибегать только при необходимости.

В качестве рекомендации в таблице ниже приведены параметры, которые могут использоваться для установки целевого электропотребления перечисленных характерных промышленных процессов и установок.

Первичный параметр – оказывающий наибольшее влияние. Если при использовании первичного параметра достичь хорошей корреляции не удастся, то следует попробовать одновременно первичный и вторичный параметры для получения

ПРОМЫШЛЕННОСТЬ
<ul style="list-style-type: none"> • ЧТО УЖЕ ИЗМЕРЯЕТСЯ И КОНТРОЛИРУЕТСЯ • ПРОВЕСТИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НА БАЗЕ УЖЕ ИМЕЮЩИХСЯ ДАННЫХ • СБОР ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ ТОЛЬКО В СЛУЧАЕ НЕОБХОДИМОСТИ

лучшего результата. Однако второй параметр рекомендуется использовать, только если энергопотребление существенно от него зависит.

ЦЕЛЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Энергоучетные центры	Параметр 1	Параметр 2
Печи/Нагреватели	Количество продукции	Наружн. темп.
Выпаривание/Сушка	Количество продукции	Наружн. темп.
Рафинирование/электролиз	Количество продукции	Наружн. темп.
Плавление	Количество продукции	Наружн. темп.
Экструзия	Количество продукции	Размер
Измельчение	Количество продукции	Размер
Перемешивание	Количество продукции	
Нанесение покрытия	Количество продукции	
Большие вентиляторы	Количество продукции	
Малые вентиляторы	Время работы	
Большие насосы	Количество продукции	
Малые насосы	Время работы	
Конвейеры	Время работы	
Прессы	Количество продукции	
Сварочное оборудование	Время работы	
Механическая обработка	Время работы	
Центробежные компрессоры	Количество продукции	Наружн. темп.
Компрессоры	Время работы	
Кондиционеры	Наружн. темп.	Влажность
Холодильники	Количество продукции	Наружн. темп.
Освещение	Время использования	

Рис 1. РАСХОД ВОДЫ НА МЫТЬЕ БУТЫЛОК ОТ ВЫПУСКА МОЛОКА

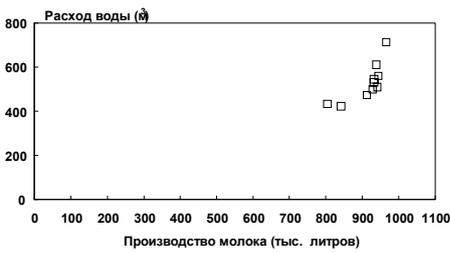
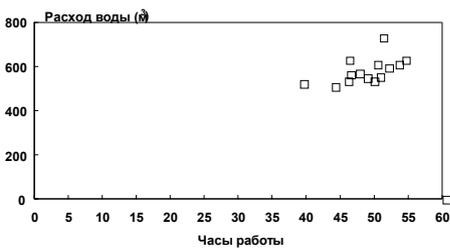


Рис 2. РАСХОД ВОДЫ НА МЫТЬЕ БУТЫЛОК ОТ РАБОЧЕГО ВРЕМЕНИ



Приведенные два графика иллюстрируют некоторые важные вопросы, связанные с выбором параметра для установки целевого потребления. На графиках показаны зависимости недельного водопотребления линии мытья молочных бутылок от недельного объема выпуска продукции (рис. 1) и от времени работы (рис. 2).

Если выбрать цель на основании первого графика, то, в случае превышения целевого потребления, производственный персонал может сослаться на вынужденный простой, приведший к перерасходу. Выбор для установки цели времени работы более удачен, поскольку в этом случае мы учитываем возможность простоя, который бывает неизбежен. Недели с очень высоким потреблением на втором графике соответствуют случаям временного повышения давления в магистрали для разблокирования водяных форсунок.

Коммунальный сектор (здания)

Для зданий расход тепла на отопление, очевидно, зависит от температуры наружного воздуха. Установка целей для электропотребления в зданиях более трудна. Для этого используются обычно данные об электропотреблении за аналогичный период прошлого года. Например, электропотребление в апреле 1996 года сравнивают с апрелем 1995 года. Если время использования здания существенно изменится, то этот параметр можно также использовать.

КОММУНАЛЬНЫЙ СЕКТОР (ЗДАНИЯ)

- ТЕМПЕРАТУРА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (ТАКЖЕ И ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ)
- ВРЕМЯ ПРЕБЫВАНИЯ ЛЮДЕЙ

6. СБОР И ВВОД ДАННЫХ

На той стадии, когда определены все необходимые виды информации, нужно разработать и внедрить механизм сбора данных, гарантирующий полноту и регулярность.

ДАННЫЕ
• ВСЕ ПОКАЗАНИЯ СЧЕТЧИКОВ
• ДАННЫЕ О ВЫПУСКЕ ПРОДУКЦИИ
• ТЕМПЕРАТУРА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
• ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ

Данные

Основные виды данных, которые обычно требуется собирать, следующие:

- все показания счетчиков;
- данные о выпуске продукции;
- окружающая температура;
- дополнительные данные.

Должны собираться показания всех счетчиков и все производственные параметры, используемые для установки целей. Дополнительно может потребоваться регистрация температуры воздуха и время работы крупных потребителей (вентиляторов, двигателей, сушилок и т.д.).

ЧАСТОТА СНЯТИЯ ПОКАЗАНИЙ СЧЕТЧИКОВ
• КАЖДАЯ СЕРИЯ (ПАРТИЯ)
• КАЖДАЯ СМЕНА
• ЕЖЕДНЕВНО
• ЕЖЕНЕДЕЛЬНО
• ЕЖЕМЕСЯЧНО

Периодичность сбора данных

Периодичность сбора данных требует отдельного рассмотрения. Возможные варианты варьируются от каждой серии до ежемесячного сбора данных.

Для крупного потребителя энергии, такого как дуговая печь, возможно, наилучшим является регистрация энергопотребления для каждой загрузки или для каждого включения. Это может помочь организовать некоторую конкуренцию между операторами.

Однако, как показывает опыт, наилучшим будет еженедельный сбор данных. В жилищном секторе ежемесячная информация, вероятно, более приемлема, но возможна большая потеря энергии, прежде чем перерасход будет обнаружен.

ТРУДОЗАТРАТЫ ДЛЯ СИСТЕМЫ С 50 СЧЕТЧИКАМИ		
ЧАСТОТА	ПОКАЗАНИЙ/ГОД	РЕСУРСЫ
• 3 СЕРИИ В СМЕНУ	112500	3 ЧЕЛ. ПОСТ.
• ПОСМЕННО	37500	1 ЧЕЛ. ПОСТ.
• ЕЖЕДНЕВНО	12500	2 ДНЯ В НЕД.
• ЕЖЕНЕДЕЛЬНО	2500	2,5 ЧАСА В НЕД.
• ЕЖЕМЕСЯЧНО	600	2,5 ЧАСА В МЕС.

Трудозатраты

Один из важных факторов, которые нужно принимать во внимание при решении вопроса о периодичности сбора данных, – необходимые для этого трудозатраты.

Рассмотрим для примера предприятие, тратящее ежегодно 1,5 миллиона долларов на энергоресурсы и имеющее 50 счетчиков. В зависимости от периодичности сбора данных трудозатраты будут меняться от 2,5 часов в месяц до 3 человек, занятых постоянно (трудозатраты были рассчитаны в предположении, что считывание одного показания занимает примерно три минуты).

Очевидно, что даже ежедневное снятие показаний счетчиков требует огромных затрат времени и маловероятно, что предприятие примет на ра-

боту сотрудника для работы два дня в неделю, чтобы только считывать показания счетчиков. С этой точки зрения еженедельный сбор информации также предпочтителен.

Нет принципиальных препятствий для использования ежедневного сбора данных для нескольких крупных потребителей и еженедельного для всего предприятия. Хотя некоторые организационные трудности при такой системе возможны.

Затраты на энергию

Другой важный фактор, влияющий на выбор периодичности сбора данных, – стоимость энергоресурсов за один промежуток между считыванием показаний.

Рассмотрим то же предприятие с 50 счетчиками. Средняя стоимость энергии на один счетчик за период в зависимости от частоты сбора данных будет изменяться от \$1670 при периоде 1 месяц до \$8,9 при снятии данных 3 раза в смену. При ежедневном сборе данных стоимость энергии за период 80\$, а отклонение в потреблении на 5% – всего 4\$. Такие суммы недостаточно велики, чтобы люди были реально заинтересованы в экономии. При еженедельном мониторинге суммы более существенны.

ЗАТРАТЫ НА ЭНЕРГИЮ	
ПРЕДПРИЯТИЕ С ЭНЕРГОЗАТРАТАМИ \$1,5 млн. В ГОД	
ЧАСТОТА	СРЕДНИЕ ЭНЕРГОЗАТРАТЫ НА СЧЕТЧИК
СЕРИЯ	8,90
СМЕНА	26,60
ЕЖЕДНЕВНО	80
ЕЖЕНЕДЕЛЬНО	400
ЕЖЕМЕСЯЧНО	1670

МЕТОДЫ СБОРА ДАННЫХ
<ul style="list-style-type: none"> • РУЧНОЙ • С ПЕРЕНОСНЫМ ЭЛЕКТРОННЫМ НАКОПИТЕЛЬНЫМ УСТРОЙСТВОМ • ПОЛНОСТЬЮ АВТОМАТИЧЕСКИЙ

Методы сбора данных

Существуют три основных метода сбора данных. При ручном сборе данных сотрудник предприятия обходит все счетчики и списывает их показания в специальный бланк. Записи с этого бланка затем переносятся в компьютер. При использовании переносного накопителя данных счетчики также нужно обходить, но показания автоматически запоминаются накопителем данных, а затем автоматически переносятся в компьютер. При автоматическом сборе данных показания счетчиков передаются в компьютер автоматически через специальные коммуникационные устройства. Преимущества и недостатки каждого метода обсуждены ниже.

РУЧНОЙ / С ПЕРЕНОСНЫМ ЭЛЕКТРОННЫМ НАКОПИТЕЛЕМ
<ul style="list-style-type: none"> • В СРЕДНЕМ - 3 МИНУТЫ / СЧЕТЧИК • НЕОБХОДИМО ОБЕСПЕЧИТЬ СЧИТЫВАНИЕ В ОДНО И ТО ЖЕ ВРЕМЯ КАЖДУЮ НЕДЕЛЮ • НЕОБХОДИМО, ЧТОБЫ ПО КРАЙНЕЙ МЕРЕ 2 ЧЕЛОВЕКА ЗНАЛИ РАСПОЛОЖЕНИЕ СЧЕТЧИКОВ • РАЗРАБОТАТЬ ФОРМУ ДЛЯ ЗАПИСИ ПОКАЗАНИЙ, ЧТОБЫ ИЗБЕЖАТЬ ОШИБОК

Ручной или с переносным накопителем

Существует несколько важных факторов, о которых нужно помнить при ручном сборе данных или при использовании накопителя. Как уже упоминалось ранее, на регистрацию показания одного счетчика уходит примерно три минуты. Очень важно, чтобы показания считывались каждую неделю в одно и то же время, поскольку при рабочей неделе 40 часов отклонение во времени считывания на два часа может показать изменение потребления на 5%.

Кроме того, расположение каждого счетчика должны знать и иметь доступ к ним как минимум два человека, чтобы гарантировать сбор данных

при отсутствии одного из сотрудников.

Как правило, программное обеспечение для ЦЭМ может распечатать бланк для записи показаний, включающий предыдущие показания счетчиков. Использование такого бланка помогает снизить ошибки при сборе данных.

ПРОВЕРКА ОШИБОК
<ul style="list-style-type: none">• СЧЕТЧИКИ С ПОСТОЯННОЙ ОШИБКОЙ МОГУТ ИСПОЛЬЗОВАТЬСЯ, ЕСЛИ МЫ ХОТИМ ПОСМОТРЕТЬ ТЕНДЕНЦИЮ• ОШИБКИ В ЦИФРАХ НАИБОЛЕЕ ЧАСТЫ, ОБЫЧНО КОМПЕНСИРУЮТСЯ ПРИ СЛЕДУЮЩЕМ СНЯТИИ ПОКАЗАНИЙ• КОНТРОЛЬ СЧЕТЧИКОВ С “ЧАСОВОЙ ШКАЛОЙ”• ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ С ВСТРОЕННОЙ ДИАГНОСТИКОЙ ОШИБОК

Проверка ошибок

Необходима эффективная система контроля ошибок при сборе данных. Некоторые вопросы, связанные с этим, достойны рассмотрения.

- если счетчик имеет постоянную ошибку в показаниях, он, тем не менее, может использоваться для контроля тенденции энергопотребления;
- наиболее частая ошибка – неправильное количество цифр в показаниях;
- определенные проблемы вызывает считывание и ввод данных со счетчиков после их обнуления, если программное обеспечение не отслеживает такую ситуацию;
- при считывании показаний со счетчиков с несколькими стрелочными индикаторами количество ошибок существенно возрастает;
- программное обеспечение для ЦЭМ должно иметь встроенные процедуры проверки для обнаружения таких наиболее общих ошибок при вводе данных в компьютер.

ВВОД ПОКАЗАНИЙ СЧЕТЧИКОВ
<ul style="list-style-type: none">• ПРОСТОЕ ВЫЧИТАНИЕ• СКОЛЬКО ЦИФР В ВВОДИМЫХ ПОКАЗАНИЯХ?• КАКОЙ КОЭФФИЦИЕНТ НЕОБХОДИМ ДЛЯ СЧЕТЧИКА?• ЯВЛЯЮТСЯ ЛИ ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПРИЕМЛЕМЫМИ ИЛИ НЕОБХОДИМО ПРЕОБРАЗОВАНИЕ?• НЕОБХОДИМО ХРАНЕНИЕ ПОКАЗАНИЙ СЧЕТЧИКОВ ИЛИ ПОТРЕБЛЕНИЯ?

Ввод показаний счетчиков

Если вы разрабатываете собственное программное обеспечение для ЦЭМ или настраиваете специально приобретенное, при вводе показаний счетчиков нужно учесть ряд моментов:

- количество цифр в показаниях;
- коэффициент счетчика;
- пригодно ли для определения потребления простое вычитание показаний, или счетчик фиксирует потребление непосредственно?
- нужен ли перевод единиц измерения?
- нужно ли сохранять показания счетчиков или потребление?

Большинство из них очевидно, но нужно убедиться, что они приняты во внимание, чтобы избежать ошибок. Желательно преобразовывать (автоматически) все единицы измерения энергии к одной, чтобы иметь возможность складывать значения потребления без дополнительных преобразований.

Автоматический сбор данных

Даже в развитых промышленных странах такие системы не распространены широко, за исключением

АВТОМАТИЧЕСКИЙ СБОР ДАННЫХ
<ul style="list-style-type: none"> • ЦЕЛЕСООБРАЗНО ДЛЯ КРУПНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ • СТОИМОСТЬ ПО КРАЙНЕЙ МЕРЕ УДВАИВАЕТСЯ ПРИ АВТОМАТИЧЕСКОМ СБОРЕ ДАННЫХ • НЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНО ТОЛЬКО ДЛЯ ИНФОРМАЦИИ, ДОЛЖНЫ БЫТЬ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА, ТАКИЕ, КАК АВТОМАТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА • МОЖЕТ ПРИВЕСТИ К ПЕРЕНАСЫЩЕНИЮ ИНФОРМАЦИЕЙ • НЕОБХОДИМА СОВМЕСТИМОСТЬ С ПРОГРАММНЫМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ ДЛЯ АНАЛИЗА

крупных промышленных объектов. Главный их недостаток – очень высокая стоимость и значительное время, необходимое для внедрения. Срок окупаемости системы может превысить два года.

Если же такая система уже существует, то ее преимущества очевидны. Автоматический сбор данных гарантирует точное соблюдение периодичности и устранение ошибок при считывании показаний.

Высокая стоимость таких систем затрудняет их внедрение на первой стадии проекта ЦЭМ. Однако, если ЦЭМ уже функционирует и дает эффект, а считывание показаний счетчиков является трудной задачей, то внедрение автоматического сбора информации может быть выгодно.

Программное обеспечение для ЦЭМ

Программное обеспечение для ЦЭМ обычно разрабатывается на базе электронных таблиц (Lotus 123, QuattroPro, MS Excel и др.) или систем управления базами данных (Paradox, dBase, MS Access и пр.). Использование электронных таблиц имеет свои преимущества, такие как дешевизна, легкость в освоении, широкое использование, и недостатки: недостаточная гибкость при необходимости изменений, чрезмерная сложность и громоздкость при более чем 50 счетчиках. Базы данных способны оперировать с практически неограниченным объемом информации, более гибкие, имеют лучшую защиту от несанкционированного доступа.

Вообще говоря, хорошее программное обеспечение ЦЭМ должно удовлетворять следующим условиям:

- возможность обработки больших объемов информации;
- легкость настройки в соответствии с индивидуальными требованиями пользователя;
- поддержка графических режимов экрана и принтера;
- возможность редактирования старых данных;
- поддержка ввода информации с переносных накопителей данных и автоматических систем;
- возможность выбора формы отчетов в соответствии с индивидуальными требованиями;
- возможность создания отчетов, соответствующих стандартным формам отчетности;
- автоматическая проверка вводимой информации;
- корректная обработка перехода показаний счетчиков через ноль.

Программное обеспечение для ЦЭМ может быть либо разработано самостоятельно, либо куплено у специального поставщика. Стоимость такой

КАКОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ?	
1) ЭЛЕКТРОННЫЕ ТАБЛИЦЫ SC5 / LOTUS 123	2) БАЗЫ ДАННЫХ
<ul style="list-style-type: none"> • ДШЕШЕВО • МНОГИЕ УМЕЮТ ПОЛЬЗОВАТЬСЯ • ЧАСТО СТАНДАРТ ПРЕДПРИЯТИЯ НО	<ul style="list-style-type: none"> • МОЖНО РАБОТАТЬ С БОЛЬШИМ ОБЪЕМОМ ДАННЫХ • НЕ ТАК ЛЕГКО ПОВРЕЖДАЮТСЯ • ГИБКИ ДЛЯ ИЗМЕНЕНИЙ • СУЩЕСТВЕННЫЙ ВЫИГРЫШ ПРИ ЧИСЛЕ СЧЕТЧИКОВ БОЛЕЕ 50
<ul style="list-style-type: none"> • ОЧЕНЬ ЛЕГКО МОГУТ БЫТЬ ПОВРЕЖДЕНЫ • НЕУДОБНО ВНОСИТЬ ИЗМЕНЕНИЯ • ОЧЕНЬ СЛОЖНО РАБОТАТЬ КОГДА ЧИСЛО СЧЕТЧИКОВ БОЛЕЕ 50 	

программы обычно 2000÷5000\$.

Для промышленных предприятий больше подходит покупка программного обеспечения, т.к. разработка своими силами займет много времени и может оказаться дороже.

Важно сознавать, что хорошее программное обеспечение – это только один из элементов ЦЭМ, практически необходимый, но не достаточный.

Данные о выпуске продукции

Обсудим некоторые вопросы, связанные с данными о производстве. В отличие от показаний счетчиков, которые могут использоваться сразу после считывания, данные о выпуске продукции, в некоторых случаях, требуют предварительной обработки, например пересчета на недельную основу. Поскольку в ЦЭМ использование энергии связывается с выпуском продукции, то поступление информации должно быть синхронизировано. Лучшее время для сбора данных - выходные дни или понедельник до начала рабочего дня.

Первоначально желательно собирать всю доступную информацию о производстве. В дальнейшем от сбора некоторых сведений можно будет отказаться.

ДАННЫЕ О ВЫПУСКЕ ПРОДУКЦИИ
<ul style="list-style-type: none"> • ЧАСТО НЕ ИМЕЮТСЯ НЕПОСРЕДСТВЕННО • ЗАМЕРЫ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ДОЛЖНЫ СООТВЕТСТВОВАТЬ ДАННЫМ О ВЫПУСКЕ ПРОДУКЦИИ • СБОР ВСЕХ ДАННЫХ ДЛЯ НАЧАЛА С УПРОЩЕНИЕМ В ДАЛЬНЕЙШЕМ • УПРОЩЕНИЕ ДАННЫХ О ВЫПУСКЕ ПРОДУКЦИИ НАСКОЛЬКО ЭТО ВОЗМОЖНО

Температура окружающего воздуха

Среднюю температуру окружающего воздуха удобнее всего регистрировать в системе, называемой "градусодни". Для вычисления градусодней служат специальные достаточно простые уравнения. Максимальная T_{max} и минимальная T_{min} температуры воздуха в течение дня сравниваются со стандартной температурой T_0 , ниже которой необходимо включение системы отопления.

Существует два пути регистрации температуры. Первый, более сложный, путь состоит в периодическом считывании показаний термометра, определении максимальной и минимальной суточной температуры и расчете на этой основе градусодней. Второй путь - покупка специального прибора для автоматического измерения температуры и вычисления градусодней.

В приведенной ниже таблице содержится пример вычислений. По западноевропейским стандартам градусодни рассчитываются относительно температуры 15.5°C. В России, вероятно, целесообразно отталкиваться от температуры 8°C.

ТЕМПЕРАТУРА ОКРУЖАЮЩЕГО ВОЗДУХА
<ul style="list-style-type: none"> • ГРАДУСО-ДНИ • РУЧНОЙ СБОР ДАННЫХ <ul style="list-style-type: none"> - МАХ/МИН ТЕРМОМЕТРЫ • АВТОМАТИЧЕСКИЙ СБОР ДАННЫХ <ul style="list-style-type: none"> - РЕГИСТРАТОР ГРАДУСОДНЕЙ - СЛУЖБА МЕТЕОРОЛОГИИ • ВАЖНО

ГРАДУСОДНИ
<ol style="list-style-type: none"> 1. $T_{max} < T_0; \quad T_{min} < T_0;$ $D = T_0 - 1/2 (T_{max} + T_{min})$ 2. $(T_{max} - T_0) < (T_0 - T_{min})$ $D = 1/2 (T_0 - T_{min}) - 1/4 (T_{max} - T_0)$ 3. $(T_{max} - T_0) > (T_0 - T_{min})$ $D = 1/4 (T_0 - T_{min})$

Пример расчета градусодней

День	T _{max}	T _{min}	T _{среднее}	Градусодни (T ₀ =15.5°C)
Понедельник	8.5	6.5	7.5	8.0
Вторник	7.5	6.5	7.0	8.5
Среда	5.0	3.0	4.0	11.5
Четверг	4.0	2.0	3.0	13.5
Пятница	1.0	-2.0	-0.5	16.0
Суббота	1.5	0.5	1.0	14.5
Воскресенье	3.0	0	1.5	14.0
	Градусодни за неделю			86.0

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ

- ЧАСЫ РАБОТЫ
 - КОМПРЕССОРЫ
 - МОЩНЫЕ ВЕНТИЛЯТОРЫ
 - ОБОРУДОВАНИЕ
- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ
 - ТЕМПЕРАТУРА
 - ДАВЛЕНИЕ

Вспомогательные данные

В ряде случаев требуется некоторая вспомогательная информация, с которой будет сравниваться энергопотребление. Такой параметр как "часы работы" может вводиться в систему непосредственно, аналогично показаниям счетчиков. Другие данные - температура, давление и т.п. - часто требуют предварительной обработки, например, усреднения за неделю.

7. АНАЛИЗ ДАННЫХ И УСТАНОВКА ЦЕЛЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Следующая стадия внедрения ЦЭМ в наибольшей степени показывает ситуацию на предприятии и, вероятно, требует больше всего технических знаний. Чтобы понять процесс установки целей, требуются элементарные знания о статистике, а чтобы эти цели отражали реально существующие взаимосвязи, требуется хорошее знание того конкретного процесса, над которым вы работаете.

Данный раздел охватывает большинство технических аспектов установки целевых функций. Однако, для выбора наиболее подходящих параметров и правильной интерпретации результатов всегда требуется большая доля "здорового смысла".

Основные задачи

Основные задачи, которые должны быть решены, чтобы перейти к стадии получения отчетов в рамках ЦЭМ, следующие:

ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ
• АНАЛИЗ ПОКАЗАНИЙ СЧЕТЧИКОВ
• РАСЧЕТ РЕАЛЬНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ
• КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ МЕЖДУ ПОТРЕБЛЕНИЕМ И ЦЕЛЕВЫМИ ПЕРЕМЕННЫМИ
• РАСЧЕТ ОТКЛОНЕНИЯ МЕЖДУ РЕАЛЬНЫМ И ЦЕЛЕВЫМ ПОТРЕБЛЕНИЕМ
• ХРАНЕНИЕ ДАННЫХ ЗА ДЛИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД ВРЕМЕНИ ДЛЯ ВЫРАБОТКИ ЦЕЛЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И АНАЛИЗА ТЕНДЕНЦИИ

- анализ поступающих показаний счетчиков;
- расчет реального потребления;
- корреляционный анализ между потреблением и целевыми переменными;
- расчет отклонения между реальным и целевым потреблением;
- хранение данных за длительный период времени для выработки целевых показателей и анализа тренда.

Необходимость быстрого и точного решения этих задач требует использования специального программного обеспечения для ЦЭМ. Однако если количество информации не велико, эти задачи могут быть решены при помощи электронных таблиц.

Стандартное и целевое потребление

Стандартным в данном случае называется потребление, определяемое в зависимости от параметра производства на основании имеющихся данных об энергопотреблении и выпуске продукции (или другом влияющем факторе). Стандартное потребление служит для оценки полученной экономии. Уравнение стандартного потребления можно получить, выполнив, например, регрессионный анализ.

Таким образом, стандартное потребление - это некоторое среднее значение потребления энергоресурса для данного энергоучетного центра, определенное по фактическим данным о работе ЭУЦ за некоторый период предыстории.

Целевое потребление - это потребление, также определяемое в зависимости от параметра производства, но которое планируется достичь в результате выполнения энергосберегающих меро-

приятый.

Целевое потребление задается, как правило, на основе стандартного, но должно реалистично мотивировать к достижению экономии.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ

- ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ВЫРАБОТКИ ЦЕЛЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
- НЕОБХОДИМ ГРАФИЧЕСКИЙ ПАКЕТ (ЭЛЕКТРОННЫЕ ТАБЛИЦЫ И Т.П.)
- ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА
- ТРЕБУЕТСЯ ХОРОШЕЕ ЗНАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Предварительный анализ данных

Для тех ЭУЦ, для которых данные о потреблении и выпуске продукции уже существуют, можно установить стандартное потребление непосредственно в начале выполнения программы ЦЭМ. Если таких данных нет (например, в случае установки нового счетчика), потребуется сбор информации в течение 8÷10 недель. Этих данных будет достаточно для предварительной установки стандартного потребления. Однако, по мере поступления новой информации, может потребоваться пересмотр полученных соотношений. Информация за 15-20 недель будет более представительной.

Если вы не купили специальное программное обеспечение для ЦЭМ, можно воспользоваться электронными таблицами, имеющими средства регрессионного анализа, например, SC5, Lotus 123, Excel. Очень важно, чтобы сотрудник, который будет выполнять установку стандартного потребления, хорошо знал технологию производства и мог оценить результаты регрессионного анализа с точки зрения "здорового смысла". Регрессионный анализ будет более подробно обсужден ниже.

УСТАНОВКА СТАНДАРТНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ

- "НА ГЛАЗ" + ЛИНЕЙКА
- ПРОСТАЯ РЕГРЕССИЯ
- МУЛЬТИРЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ

Установка стандартного потребления

Уже неоднократно упоминалось специальное программное обеспечение. Однако, на маленьком предприятии установка стандартного потребления может быть выполнена вручную, используя линейку и график на листе бумаги. Точность будет не такой высокой как при регрессионном анализе, но, в большинстве случаев, достаточной.

Если анализ выполняется на компьютере, может использоваться регрессия одного или нескольких параметров. Простой регрессионный анализ определяет взаимосвязь между энергопотреблением и только одной производственной переменной, в то время как мультирегрессионный метод строит зависимость энергии от нескольких различных параметров.

ВИДЫ ФУНКЦИЙ СТАНДАРТНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ

- $E = a$
(постоянная)
- $E = a + bP$
(простая регрессия)
- $E = a + bP_1 + bP_2 + \dots$
(множественная регрессия)
- НЕЛИНЕЙНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ

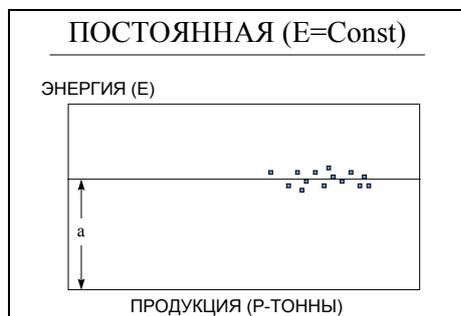
Виды функций стандартного потребления

Мы будем рассматривать четыре основных вида уравнений:

- $E = a$ - постоянная;
- $E = a + bP$ - простая регрессия;
- $E = a + bP_1 + cP_2 + \dots$ - мультирегрессия;
- нелинейное соотношение.

Опыт показывает, что 99% целевых уравне-

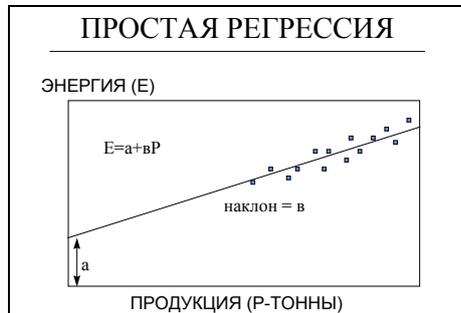
ний относятся к первым трем типам. Они подробно обсуждены ниже.



Постоянная

Постоянная величина используется, если не обнаружена зависимость между потреблением энергии и каким-либо параметром. График показывает, что энергопотребление постоянно при любом объеме производства. На практике это может означать одну из двух ситуаций:

- Зависимость не обнаружена, потому что энергопотребление не зависит от объема производств. Например, потребление электричества на освещение за одну смену. Возможно, в этом случае нужно учитывать продолжительность светлого времени суток.
- Если вы твердо уверены, что зависимость должна быть, это означает, что управление установкой или линией осуществляется настолько плохо, что энергопотребление не зависит от выхода. Другая причина - система измерений недостаточно всеобъемлюща или существует другой потребитель, подсоединенный к тем же счетчикам.



Простая регрессия

Простая (или парная) регрессия – наиболее типичный вид функции стандартного потребления. В этом случае соотношение между энергопотреблением и целевой переменной может быть представлено прямой линией без существенной ошибки. Уравнение характеризуется двумя компонентами:

- наклон линии (коэффициент b в уравнении);
- постоянная составляющая (a), отражающая энергопотребление при нулевом выходе.

Строго говоря, это уравнение будет корректно только при определенном диапазоне значений.

ПРИМЕР РЕЗУЛЬТАТОВ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА В SC5

РЕЗУЛЬТАТЫ РЕГРЕССИИ	
Постоянная составляющая	35941.33
Стандартное отклонение	4376.302
Коэффициент корреляции	.8777726
Количество точек	12
Коэффициент	68.07
Средняя ошибка в коэффициенте	8.03

Результаты регрессионного анализа

При проведении регрессионного анализа, например с помощью пакета электронных таблиц, как правило, в качестве результатов выдаются следующие значения:

Постоянная составляющая (a) – соответствует величине потребления при пересечении оси энергии и характеризует потребление при "нулевой" работе.

Стандартное отклонение – показывает среднее отклонение фактических данных от полученного уравнения.

Коэффициент корреляции – характеризует степень линейной согласованности между рассматриваемыми переменными и может принимать значения в диапазоне от -1 до $+1$. Коэффициент корреляции, равный 1 (или -1 при отрицательном коэффициенте b), означает, что все реальные точки лежат на пря-

мой, которая и является линией регрессии. Чем ближе значение коэффициента корреляции к 1 (или -1), тем ближе зависимость между энергопотреблением и целевым параметром к линейной.

Количество точек – равно количеству реальных точек, по которым производился анализ.

Коэффициент – характеризует наклон линии (b).

Средняя ошибка в коэффициенте – показывает среднюю ошибку в угле наклона.

Наиболее полезными и значимыми являются три величины: постоянная составляющая, коэффициент и коэффициент корреляции.

Мультирегрессия

Пакеты мультирегрессионного анализа выполняют аналогичный вид анализа, но коэффициент и коэффициент корреляции вычисляются для каждого из целевых параметров. Мультирегрессионный анализ может дать более точный результат, но для его проведения требуется существенно больше данных.

Как правило, используется регрессия не более чем трех параметров, и то только при твердой уверенности, что существует сильная взаимосвязь энергопотребления с каждым из них.

Исключение данных

При регрессионном анализе важно внимательно изучить исходные данные. Даже одна нехарактерная точка, появившаяся в результате существенных сбоев в работе или просто некорректной записи или ввода показаний счетчиков, может оказать значительное влияние на регрессионное уравнение. При этом определяемое стандартное и, соответственно, целевое потребление будет совершенно нереалистичным.

В качестве иллюстрации на приведенном рисунке прямая А построена с учетом всех точек, прямая В - при исключении из анализа одной нехарактерной точки. Наглядно видно, что в первом случае линия регрессии не отражает реальную картину зависимости между энергопотреблением и выпуском продукции.

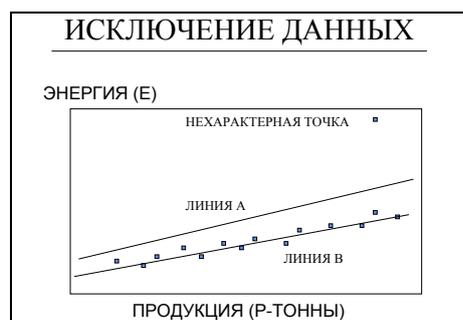
Программное обеспечение для ЦЭМ должно иметь средства для исключения таких точек из анализа.

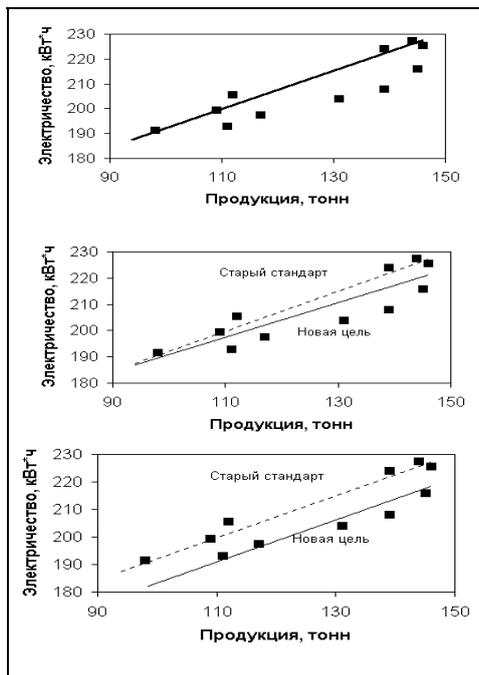
Установка целевого потребления

Целевое потребление должно определяться для каждого ЭУЦ и фактическое потребление регулярно сравниваться с целевым. Очень важно, чтобы целевое потребление было реалистично и согласовано с представителями производства. Если целевое потребление достигается слишком легко, то будет потерян потенциал экономии, если слишком трудно,

МУЛЬТИРЕГРЕССИЯ

- БОЛЬШЕ 1 ПАРАМЕТРА
- ПЫТАТЬСЯ ИСПОЛЬЗОВАТЬ НЕ БОЛЕЕ ТРЕХ ПАРАМЕТРОВ
- СЛЕДУЕТ ИСПОЛЬЗОВАТЬ, ЕСЛИ ВЫ УВЕРЕНЫ В ЗАВИСИМОСТИ, ПОСКОЛЬКУ ПРИ МАЛОМ ЧИСЛЕ ДАННЫХ РЕГРЕССИЯ НЕ ОЧЕНЬ ТОЧНА





то достижение целевых показателей будет казаться невыполнимым и исчезнет мотивация персонала.

На первом этапе внедрения ЦЭМ целесообразно задать целевое потребление равным стандартному. Поскольку стандартное потребление рассчитывается по фактическим данным о предыдущей работе ЭУЦ, то оно должно быть достижимым. Контроль за тем, чтобы потребление не превышало стандартного, выявление и устранение причин позволит получить уверенность в реалистичности цели и даст возможность персоналу "втянуться" в программу ЦЭМ.

Однако поддержание стандартного потребления не приведет к сбережениям и, по истечении некоторого времени, целевое потребление нужно пересмотреть. Это можно сделать различными способами:

- использовать в качестве цели стандартное потребление на новом, меньшем уровне, если таковой достигнут;
- использовать для установки цели случаи лучшего потребления, т.е. фактически только точки, лежащие на регрессионной прямой и ниже ее;
- определить целевое потребление на основе предполагаемой экономии от внедрения разработанных мероприятий;
- установить целевое потребление, как некоторый процент от стандартного потребления (например, на 5% меньше стандартного).

Независимо от способа установки целевого потребления важно обсудить и согласовать его с управленческим производственным персоналом.

Выводы

В заключение этого раздела обратим внимание на три важных аспекта предварительной установки целей:

- Большинство целевых уравнений – либо константа, либо линейные.
- Не рекомендуется принимать во внимание слишком много факторов. Это только увеличивает трудозатраты и усложняет понимание результатов.
- Не волнуйтесь, если предварительные цели не отражают ситуацию слишком точно. Цели могут быть изменены, когда будет получено больше данных и вы подробнее познакомитесь с технологией.

РЕЗЮМЕ
ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА
ЦЕЛЕВЫХ ФУНКЦИЙ

- 90% ЦЕЛЕВЫХ ФУНКЦИЙ ЯВЛЯЮТСЯ ПОСТОЯННЫМИ ИЛИ ПРОСТОЙ РЕГРЕССИЕЙ
- ЦЕЛЕВУЮ ФУНКЦИЮ СЛЕДУЕТ ВЫБИРАТЬ ПО ВОЗМОЖНОСТИ ПРОСТУЮ
- НЕ СЛЕДУЕТ СЛИШКОМ БЕСПОКОИТЬСЯ О ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫХ ЦЕЛЕВЫХ ФУНКЦИЯХ, ОНИ МОГУТ БЫТЬ ПЕРЕСМОТРЕНЫ ПО МЕРЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ

8. ОТЧЕТЫ И ГРАФИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Когда произведена предварительная обработка информации и установлены целевые показатели, необходимо организовать систему распространения информации, чтобы оказывать воздействие и добиваться результатов. Для этого также полезен компьютер. С его помощью могут быть подготовлены точные и профессионально выглядящие отчеты и графики.

ЦЕЛЬ ОТЧЕТОВ
<ul style="list-style-type: none"> • ИНФОРМИРОВАТЬ ПЕРСОНАЛ О РЕЗУЛЬТАТАХ ЗА НЕДЕЛЮ • КОНТРОЛИРОВАТЬ ДОЛГОСРОЧНЫЙ ПРОГРЕСС • ПОЛУЧАТЬ ОБРАТНУЮ СВЯЗЬ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВНЕДРЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ • МОТИВАЦИЯ ЛЮДЕЙ К УЛУЧШЕНИЯМ

Цель отчетов

Основное назначение отчетов – информирование сотрудников предприятия об эффективности их работы, об отклонении, в положительную или отрицательную сторону, от целевого потребления. Кроме того, отчеты в рамках ЦЭМ выполняют функцию обратной связи, позволяя сотрудникам предприятия видеть результаты проведенных ими мероприятий, что очень важно для поддержания мотивации персонала.

ПЕРИОДИЧНОСТЬ ОТЧЕТОВ
<ul style="list-style-type: none"> • НЕДЕЛЬНЫЕ • МЕСЯЧНЫЕ • КВАРТАЛЬНЫЕ • ГОДОВЫЕ

Периодичность отчетов

Обычная частота предоставления отчетов - недельные, месячные, квартальные и годовые. Даже если информация собирается ежедневно или ежесменно, для управленческих структур предприятия достаточно отчетов раз в неделю. Отчеты с периодичностью месяц и реже носят характер итоговых и состоят из суммарных значений.

НЕДЕЛЬНЫЙ ОТЧЕТ
<ul style="list-style-type: none"> • ПОТРЕБЛЕНИЕ ЗА НЕДЕЛЮ • ЦЕЛЕВОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ • НЕДЕЛЬНОЕ ОТКЛОНЕНИЕ <ul style="list-style-type: none"> – ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ – СТОИМОСТЬ • ИТОГОВЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА В-ЦЕЛОМ

Недельный отчет

Недельный отчет должен показывать фактическое потребление энергоресурса за неделю в сравнении с целевым потреблением и отклонение от цели. Все величины должны быть приведены в натуральном и денежном выражении. Пример такого отчета приведен ниже.

Пример еженедельного отчета

Энергоучетный центр	Потребление		Един. измер.	Затраты факт., т.р.	Перерасход т.р.	Отклонение %
	Реальное	Целевое				
Электроэнергия КМС	6792	7315	кВт*ч	1263	-97	-7,7
Электроэнергия ЦМК	3960	4218	кВт*ч	737	-48	-6,5
Электроэнергия ТП1	32840	33035	кВт*ч	6108	-36	-0,6
Электроэнергия ТП2	29120	26551	кВт*ч	5416	478	8,8
Электроэнергия ТП5	15240	12500	кВт*ч	2835	510	18,0
Итого электроэнергия:				16359	807	4,9
Вода компресс.	36	45	куб.м	235	-59	-25,0
Вода ЦМК	45	30	куб.м	294	98	33,3
Вода Эксперим. цех	272	216	куб.м	1776	365	20,6
Вода ХВО	5511	5225	куб.м	35987	1869	5,2
Итого вода:				38292	2273	5,9
Газ ЖБК	342240	327329	куб.м	47229	2058	4,4
Итого газ:				47229	2058	4,4
Итого по энергоресурсам:				101880	5138	5,0

МЕСЯЧНЫЙ ОТЧЕТ
<ul style="list-style-type: none"> • СУММА 4 ИЛИ 5 НЕДЕЛЬ • НАРЯДУ С ЗАТРАТАМИ И ВЫХОДОМ ЗА МЕСЯЦ ДАННЫЕ О БЮДЖЕТЕ • ТАКЖЕ ВАЖНЫ СУММАРНЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ ЗА ГОД

Месячный отчет

Месячный отчет состоит из суммирования 4 или 5 недель, входящих в месяц. Большинство систем ЦЭМ позволяют суммировать только целые недели. Отчет желательно выполнять в том же формате, что и месячные финансовые отчеты. В ежемесячные отчеты также может включаться суммарное отклонение с начала года на момент выдачи отчета.

Графическая информация

Ниже кратко описаны графики, которые полезны в системе ЦЭМ. Преимущество графиков перед другими способами представления информации – их наглядность. Большинство специализированных пакетов для ЦЭМ включают в себя возможность выдачи таких графиков. Они могут быть построены и с использованием стандартных пакетов электронных таблиц.

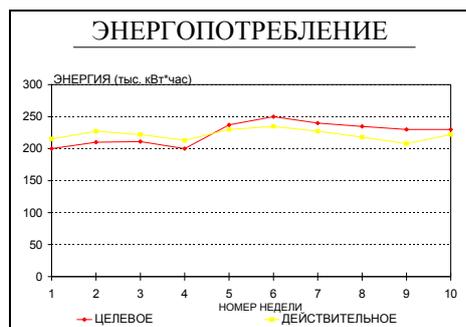
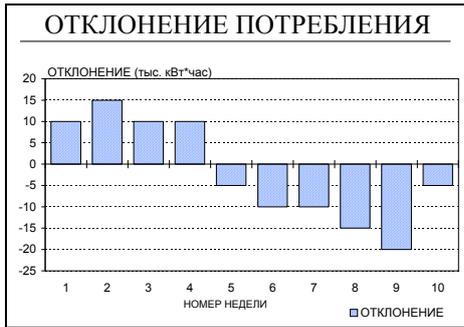


График тренда

На этом графике показывается фактическое и целевое энергопотребление за некоторый период времени. Наглядно можно видеть, когда фактическое потребление выше или ниже целевого, а также точки, в которых произошли какие-либо изменения в позитивную или негативную сторону. Следующий график удобен для анализа величины отклонения от цели.

График отклонения



Отклонение потребления рассчитывается как разность фактического и целевого значений. График наглядно иллюстрирует произошедшие изменения в эффективности работы, а также полученную экономию или перерасход энергоресурсов. По вертикальной оси откладываются единицы энергии (например, кВт*ч), однако, перевод единиц энергии в стоимостные показатели может сделать график даже более убедительным.

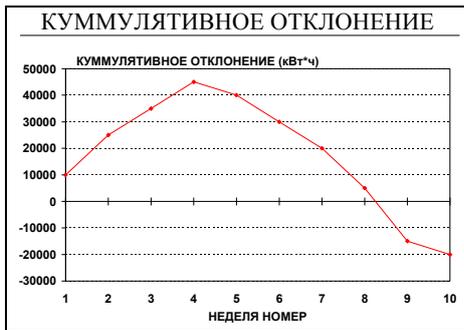
КУМУЛЯТИВНОЕ ОТКЛОНЕНИЕ

ДЕЙСТВ. (кВт*ч)	ЦЕЛЕВОЕ (кВт*ч)	ОТКЛОН. (кВт*ч)	КУМУЛ ОТКЛОН. (кВт*ч)
210 000	200 000	+10 000	+10 000
225 000	210 000	+15 000	+25 000
220 000	210 000	+10 000	+35 000
210 000	200 000	+10 000	+45 000
230 000	235 000	- 5 000	+40 000
240 000	250 000	- 10 000	+30 000
230 000	240 000	- 10 000	+20 000
220 000	235 000	- 15 000	+ 5 000
220 000	230 000	- 20 000	- 15 000
225 000	230 000	- 5 000	- 20 000

Кумулятивное отклонение

Другой путь для анализа разницы целевого и фактического потребления – вычисление кумулятивного отклонения. Фактически, кумулятивное отклонение показывает перерасход (или экономию) относительно целевого потребления в целом за период с накоплением, начиная с выбранного момента времени.

Представление расчетов кумулятивного отклонения в графической форме, помимо большей наглядности выдаваемой информации, является мощным инструментом в контроле над тем, что же происходит на предприятии, подразделении или участке. Если по вертикальной оси отложены денежные единицы, то ясно виден объем экономии или перерасхода бюджета.



9. РАЗРАБОТКА И ВЫПОЛНЕНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ

Когда налажены сбор данных и распространение информации, нужно переходить к конкретным действиям, направленным на энергосбережение. Это решающая часть системы ЦЭМ, поскольку просто наличие информационной системы не приведет к каким-либо результатам и только при проведении конкретных мероприятий возможно получение экономии. Сбор данных, их анализ и распространение отчетов должны составлять около 20% трудозатрат на ЦЭМ, а 80% – разработка и проведение энергосберегающих мероприятий.

Цель энергетических собраний

Чтобы реализовывать мероприятия, должна быть создана энергогруппа, как это было описано ранее. Целями собраний энергогруппы должны быть:

ЦЕЛЬ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СОБРАНИЙ
<ul style="list-style-type: none"> • ОБСУЖДЕНИЕ РАБОТЫ ЗА НЕДЕЛЮ / МЕСЯЦ / КВАРТАЛ • ОБСУЖДЕНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ • РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАДАНИЙ ПО ЧЛЕНАМ ГРУППЫ • ОЦЕНКА УСПЕШНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ

- обсуждение работы за неделю, месяц или квартал;
- обсуждение мероприятий, необходимых для повышения энергоэффективности;
- распределение конкретных задач по членам энергогруппы;
- оценка успешности уже проведенных мероприятий.

Крайне важно, чтобы эти собрания были хорошо организованы и чтобы для каждого намечаемого мероприятия назначался ответственный за выполнение.

Периодичность собраний энергогруппы

Отчеты должны распространяться среди управленческого персонала еженедельно, и обсуждаться каждую неделю на производственных совещаниях. Это должно стать обычной процедурой. Энергогруппа может собираться раз в месяц для рассмотрения ситуации, обсуждения мероприятий и решения возникших проблем. Примерно раз в квартал энергогруппа должна рассматривать и, при необходимости, пересматривать целевые уравнения. Желательно, чтобы кварталы соответствовали временам года. В этом случае в течение каждого квартала режимы отопления и освещения будут меняться не так существенно.

ЧАСТОТА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СОБРАНИЙ
<ul style="list-style-type: none"> • НЕДЕЛЬНЫЕ ОТЧЕТЫ ПРЕДСТАВЛЯЮТСЯ К ЕЖЕНЕДЕЛЬНЫМ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ СОВЕЩАНИЯМ • ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ГРУППА ВСТРЕЧАЕТСЯ ОКОЛО 1 РАЗА В МЕСЯЦ • ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ГРУППА ПЕРЕСМАТРИВАЕТ ЦЕЛЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ ОБЫЧНО РАЗ В КВАРТАЛ

Совещания по подразделениям

Регулярные совещания по производственным подразделениям - отличный способ для мотивации персонала к достижению энергосбережения. Главное преимущество таких совещаний перед всеми прочими состоит в том, что на них нет сравнения между разными подразделениями и участники лег-

СОВЕЩАНИЯ

- ПОИСК РЕШЕНИЙ - "МОЗГОВЫЕ АТАКИ"
- РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЯЗАННОСТЕЙ
 - ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ
 - ДАЛЬНЕЙШИЕ ИЗМЕРЕНИЯ
 - ОЦЕНКА ПРОЕКТОВ
- СЛЕДУЕТ ВЕСТИ ПРОТОКОЛЫ

че признают недостатки в своей работе. Они также способствуют созданию командного духа. Эти совещания должны носить характер "мозгового штурма". Разработанные мероприятия должны быть сведены в список в порядке быстроты получения эффекта. Важно вести протоколы таких совещаний и назначать ответственного за выполнение каждого мероприятия.

Более детальный мониторинг

Во время производственных совещаний и встреч энергогруппы будут возникать вопросы, для ответа на которые потребуются дополнительные измерения. Для проведения измерений может потребоваться соответствующее измерительное оборудование: анализаторы электропотребления, регистратор температуры в помещениях и т.д. Желательно иметь такие приборы в наличии или, при необходимости, приглашать специалистов для проведения более детального мониторинга.

БОЛЕЕ ДЕТАЛЬНЫЙ МОНИТОРИНГ

- РЕГИСТРАТОРЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК
- РЕГИСТРАЦИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
- КОНТРОЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
 - ТЕПЛОВЫЕ БАЛАНСЫ
 - КОНТРОЛЬ УДЕЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

10. РЕСУРСЫ И КЛЮЧ К УСПЕХУ

В заключение рассмотрим ресурсы, которые требуются, чтобы система ЦЭМ дала наилучшие результаты. Большинство неудачных случаев внедрения ЦЭМ были вызваны нехваткой или недостаточным вниманием к выделению ресурсов.

Основные трудовые ресурсы

Основные трудовые ресурсы проекта ЦЭМ:

ОСНОВНЫЕ ТРУДОВЫЕ РЕСУРСЫ
<ul style="list-style-type: none"> • "ЛИДЕР ПРОЕКТА" • АССИСТЕНТ, СПОСОБНЫЙ РАБОТАТЬ С КОМПЬЮТЕРОМ • ПЕРСОНАЛ ДЛЯ СЧИТЫВАНИЯ ПОКАЗАНИЙ СЧЕТЧИКОВ

- **"Лидер проекта"** – должен быть инициативен, хорошо знать производство, обладать аналитическим мышлением. Этот человек должен быть коммуникабельным, способным менять отношение людей к проблеме энергосбережения. На эту должность не подходит младший инженер. Для предприятия с годовыми затратами на энергоресурсы \$500000 и более время, которое "лидер проекта" будет затрачивать на ЦЭМ, не должно быть менее одного дня в неделю.
- **Ассистент** – должен уметь работать с компьютером и осуществлять помощь "лидеру проекта" во вводе и анализе данных.
- **Персонал для считывания счетчиков** – трудозатраты на считывание 100 счетчиков составляют примерно половину человеко-дня в неделю.

Основные материальные ресурсы

Необходимые материальные ресурсы для ЦЭМ включают в себя:

ОСНОВНЫЕ МАТЕРИАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ
<ul style="list-style-type: none"> • ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СЧЕТЧИКИ • КОМПЬЮТЕРНАЯ ТЕХНИКА И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ • ИЗМЕРИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, АНАЛИЗАТОРЫ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ И Т.П.

- дополнительные счетчики;
- компьютер и программное обеспечение;
- измерительное оборудование.

Основные затраты связаны, как правило, с установкой дополнительных счетчиков. При отказе в выделении средств на установку счетчиков часто говорят: "Счетчики не экономят деньги!". Вы, в этом случае, должны быть способны переубедить руководство и объяснить все преимущества и потенциальные возможности системы ЦЭМ.

Рекомендуется также иметь в наличии отдельный компьютер и купить специализированное программное обеспечение для ЦЭМ, хотя данное условие и не является обязательным.

Измерительное оборудование для решения задач мониторинга так же будет очень полезно.

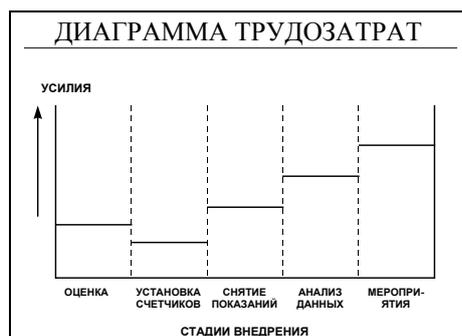


Диаграмма трудозатрат

Как нетрудно догадаться, основные усилия и затраты времени потребуются на этапах анализа данных и реализации энергосберегающих проектов. Однако нужно помнить, что нельзя пренебрегать ни одним из этапов внедрения системы ЦЭМ, поскольку все

они чрезвычайно важны для обеспечения жизнеспособности и эффективности целевого мониторинга.

ТРУДОЗАТРАТЫ КОНСУЛЬТАНТОВ (ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЯ С ПЛАТЕЖАМИ \$1,5млн. в год)	
СТАДИЯ	ЧЕЛОВЕКО-ДНИ
ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ АУДИТ	2
ПЛАН ВНЕДРЕНИЯ	3
ОБЗОР СИСТЕМЫ СБОРА ДАННЫХ	3
АДАПТАЦИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	5
УСТАНОВКА ЦЕЛЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ	3
ВСТРЕЧИ И СОВЕЩАНИЯ	12
ОТЧЕТ ПО ПРОЕКТУ	2
ВСЕГО	30

ТРУДОЗАТРАТЫ ПРЕДПРИЯТИЯ (50 СЧЕТЧИКОВ / ЕЖЕНЕДЕЛЬНАЯ СИСТЕМА)	
ЗАДАЧА	ЧЕЛОВЕКО-ДНИ/ГОД
СНЯТИЕ ПОКАЗАНИЙ	4
ВВОД В КОМПЬЮТЕР	3
УСТАНОВКА ЦЕЛЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ	15
ЕЖЕМЕСЯЧНЫЕ СОВЕЩАНИЯ	6
КВАРТАЛЬНЫЕ СОВЕЩАНИЯ	4
АУДИТ ПРОЕКТА	18
1 ДЕНЬ В НЕДЕЛЮ	50

ФИНАНСОВОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТИПИЧНЫЕ РАСЦЕНКИ В ВЕЛИКОБРИТАНИИ	
ЗАТРАТЫ	\$тыс.
КОНСУЛЬТАНТЫ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ	24
СЧЕТЧИКИ И КОМПЬЮТЕР	42
ВРЕМЯ РАБОТНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ	9
ВСЕГО	75
ЭКОНОМИЯ МИНИМУМ 5%	75
СРОК ОКУПАЕМОСТИ - 12 МЕСЯЦЕВ	



Вклад консультантов

Если для внедрения ЦЭМ привлечены внешние консультанты, то суммарный объем времени, требуемого на разных стадиях проекта для предприятия с годовой стоимостью энергоресурсов около 1,5 миллиона US\$ составит примерно 30 человеко-дней. Это минимальные трудозатраты. Если все работы проводятся самостоятельно, то эти значения нужно увеличить не меньше, чем на 50%, учитывая новизну вопроса для персонала предприятия.

Трудозатраты предприятия

В качестве примера скажем, что для предприятия с 50 счетчиками и еженедельной системой сбора данных трудозатраты составят примерно один человеко-день в неделю. Это время приведено для уже запущенной и работающей системы ЦЭМ и должно быть добавлено к трудозатратам приглашенных консультантов. Вообще говоря, как минимум один день в неделю должен быть выделен для выполнения программы ЦЭМ на предприятиях среднего размера.

Финансовое обоснование

В качестве примера первоначального финансового обоснования системы ЦЭМ приведем цифры, характерные для стран Западной Европы. Для предприятия с затратами на энергию 1,5 миллиона US\$ в год типичными значениями составляющих затрат будут (в US\$):

- консультанты и программное обеспечение - 24;
- счетчики и компьютер - 42;
- время работников предприятия - 9.

Очевидно, что для получения срока окупаемости в один год необходимо добиться экономии энергии 5%, что, как показывает практика, является абсолютно реалистичным значением при обеспечении всех необходимых условий для внедрения системы.

Временной график выполнения

Типичный график выполнения проекта ЦЭМ охватывает около одного года. Важно отметить, что первые сбережения вряд ли будут получены ранее, чем через шесть месяцев. Хотя срок окупаемости ЦЭМ 12 месяцев, но возврат средств начнется только через полгода.

Поддержание результатов

Получение реальных результатов часто очень

сложно, но возможно при достаточной настойчивости. Проблема, с которой придется столкнуться – обеспечение поддержания уже достигнутых результатов. Для решения этой проблемы нужно регулярно проводить аудит подразделений предприятия и переустанавливать цели для отражения достигнутых результатов.

Переустановка целевых показателей

Целевые показатели должны регулярно пересматриваться, чтобы гарантировать поддержание достигнутых результатов. Если цели не изменяются, то отсутствует стимул для улучшения работы, а на практике обычно происходит возврат к прежнему уровню. При установке нового оборудования или изменении технологии цели обязательно должны быть пересмотрены.

Еженедельный/ежемесячный аудит

Хороший способ добиться отключения неиспользуемого оборудования состоит в организации регулярных (желательно еженедельных) проверок после окончания рабочего дня. Во время таких проверок должен составляться список неиспользуемого, но работающего оборудования. Такие списки могут стать частью еженедельных отчетов ЦЭМ. Если во время трех проверок обнаружены одни и те же нарушения, об этом нужно сообщить руководству предприятия.

ПЕРЕУСТАНОВКА ЦЕЛЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
<ul style="list-style-type: none">• ПРОАНАЛИЗИРОВАТЬ ДАННЫЕ ЗА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЕ 10 НЕДЕЛЬ И ПЕРЕУСТАНОВИТЬ ЦЕЛЕВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ• СНИЖАТЬ ЦЕЛЕВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИ УСТАНОВКЕ НОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ / ИЗМЕНЕНИИ ТЕХНОЛОГИИ• ПОСТОЯННО ОБНОВЛЯТЬ ЦЕЛЕВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ

ЕЖЕНЕДЕЛЬНЫЙ / ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ АУДИТ
<ul style="list-style-type: none">• РЕГУЛЯРНО ПРОВЕРЯТЬ ПРОИЗВОДСТВО ПОСЛЕ ОКОНЧАНИЯ РАБОЧЕГО ВРЕМЕНИ И В ПЕРЕРЫВЫ И ОТМЕЧАТЬ ОСТАВЛЕННОЕ ВКЛЮЧЕННЫМ ОБОРУДОВАНИЕ• ВКЛЮЧАТЬ В ОТЧЕТНОСТЬ ОТМЕЧЕННОЕ ВМЕСТЕ С ОСНОВНЫМИ ДАННЫМИ• СИСТЕМА ПЕРСОНАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ И ОТВЕТСТВЕННОСТИ