

## К вопросу об эффективности энергосберегающих технологий

С приходом хозяйственной самостоятельности предприятий и отказе от целевого использования прибыли появилась заинтересованность в экономии ресурсов и оптимизации издержек производства. Решение проблемы объективного учета тепловой энергии стало приносить потребителю ощутимую экономию. В то же время появилась альтернатива затратному методу оценки стоимости тепловой энергии – измерение реально потребляемого тепла. Если вначале этот метод получил распространение у крупных фирм, то сегодня он завоевывает все большую популярность. Широкое распространение получили не только сложные системы учета, устанавливаемые на предприятиях, но и квартирные теплосчетчики.

На сегодняшний день ЗАО «ВЗЛЕТ» имеет значительный опыт при организации систем теплового учета в различных регионах России и странах СНГ. Рассмотрим результаты использования энергосберегающих технологий на примере конкретных жилищно-коммунальных предприятий (ЖКХ).

### 1. ЖКХ, г.Сосновый Бор, Ленинградская область

В 1996 г. по договоренности с администрацией города Сосновый Бор на всех объектах муниципальной собственности были смонтированы узлы учета тепловой энергии и горячего водоснабжения (ГВС). Проекты и все оборудование - теплосчетчики, состоящие из теплового счетчика и подключенных к нему первичных преобразователей: расхода, температуры и давления - были поставлены ЗАО «ВЗЛЕТ». По существовавшим в то время нормативным актам потребление тепла и ГВС определялось нормативными документами, рассчитываясь из объема площадей.

В течение первого отопительного сезона обслуживание системы велось непосредственно фирмой-производителем - ЗАО «ВЗЛЕТ». Составлялись отчеты о потреблении тепла и ГВС. На основе полученных данных анализировалась работа узлов учета и тепловой системы. В результате было установлено, что за отопительный сезон суммарное реальное измеренное узлами учета потребление тепла и ГВС оказалось в два раза ниже рассчитанного на основе существовавших нормативов. При этом разброс по разным объектам составил от 4-х кратного превышения до 1,2-кратного. Ни одного случая занижения расчетных данных, по отношению к измеренным, не было. При этом системы работали в своем обычном режиме, никакого вмешательства в их работу не было.

## 2. ЖКХ, г. Оренбург

В г. Оренбург после внедрения узлов учета был обнаружен интересный факт. В процессе анализа часовых архивов было установлено несанкционированное потребление ГВС.

## 3. Фирма «Автоматика – Сервис», г. Семипалатинск

Фирма «Автоматика – Сервис» ввела приборный учет энергопотребления и потребления ГВС на основе приборов ЗАО «Взлет» в г. Семипалатинск. По данным отопительного сезона 2002 – 2003 годов собран серьезный статистический материал по экономии тепловой энергии на большом количестве объектов г. Семипалатинска. Полный перечень приведен в таблице 1. Кроме этого, фирма «Автоматика – Сервис» вела техническое сопровождение всего парка приборов. На основе полученных приборных данных производились поддержание температурного графика и оптимизация затрат. К сожалению, температура регулировалась «вручную» и не регулярно, в моменты резкой смены погоды.

В результате за отопительный сезон потребителям тепла и ГВС удалось сэкономить в денежном выражении 95,7 миллионов тенге (US \$ 651 тыс.).

Экономия потребителя была достигнута за счет:

- разницы между тем, что потреблено реально и тем, за что предполагалось платить по расчетам теплоснабжающих организаций.

- действительного снижения потребления тепла и ГВС, полученного в результате поддержания температурного графика, несмотря на отсутствие автоматизации.

Таблица 1

Наименование организации	Величина экономии в денежном выражении	
	KZ, тенге	US, \$
1	2	3
КСК «Шакирима, 13а» на 7 жилых домов	6355281	43233,2
КСК «Дулатова, 2065» на 4 жилых дома	3377572	22976,7
КСК «К. Маркса 156» на 3 жилых дома	3044653	20711,9
КСК «Жамакаева, 77» на 5 жилых домов	2978427	20261,4
КСК «Шакирима, 54» на 3 жилых дома	2609081	17748,9
КСК «Байсаитова, 47» на 2 жилых дома	2318414	15771,5
КСК «Шакирима, 1» на 3 жилых дома	2434969	16564,4
КСК «Шакирима, 20» на 4 жилых дома	2383330	16213,1
КСК «Шакирима, 84» на 2 жилых дома	2049756	13943,9
КСК «Достоевского, 186»	199770	1359,0
КСК «Международный переулок, 1» на 3 жилых дома	1832277	12464,5
КСК «Шанырак» на 2 жилых дома	1693529	11520,6
КСК «Ленина, 10» на 4 жилых дома	1682002	11442,2
КСК «Пограничная, 38» на 3 жилых дома	1663265	11314,7
Семипалатинский Юридический Институт (КазГЮИ)	316622	2153,9
Частная школа «Куаныш»	608690	4140,7

СШ № 13	999091	6796,5
СШ № 39	669321	4553,2
СШ № 21	597509	4064,7
СШ № 32	395895	2693,2
СШ № 42	356896	2427,9
СШ № 30	232046	1578,5
СШ № 38	217221	1477,7
СШ № 20	185346	1260,9
СШ № 5	164358	1118,1
СШ № 11	143199	974,1
СШ № 10	119442	812,5
Семипалатинская школа гимнастики и компьютерной технологии	87155	592,9
Клинический учебный центр	2385582	16228,4
КСК «Шакирима, 42»	1260565	8575,3
КСК «Ч. Велиханова, 178» на 2 жилых дома	1263963	8598,4
КСК «Октябрьская, 7» на 2 жилых дома	924236	6287,3
КСК «Диана»	881406	5996,0
КСК «Ч. Велиханова, 100»	854237	5811,1
КСК «Горизонт»	681616	4636,8
КСК «Дорожник »	548751	3733,0
КСК «Жанасемеская, 31»	500144	3402,3
КСК «Первомайская, 37» на два жилых дома	498923	3394,0
КСК «Жемчужина»	444464	3023,6
КСК «Физкультурная, 2»	434084	2953,0
ЖК «35 квартир, дом 23»	388054	2639,8
КСК «Нагорная, 13»	333814	2270,8
ЖК «Весна»	303422	2064,1
СГУ им. Шакарима на 19 объектах	12027232	81817,9
Семипалатинский финансово- экономический колледж	3506478	23853,6
Колледж сервиса	1135627	7725,4
Бизнес- колледж	836135	5688,0
Семипалатинская Государственная Медицинская Академия	665415	4526,6
Пушно- меховой колледж	453022	3081,8
Семипалатинский университет	445447	3030,3
Диагностический центр	2200916	14972,2
Перинатальный центр	2003928	13632,2
Онкологический диспансер	1958546	13323,4
1	2	3
Областной противотуберкулезный диспансер	1823013	12401,4
Городской клинический роддом №2	944809	6427,3
СФГУ ГУ центра Судмедицины Минздрава РК	732342	4981,9
Санаторий «Сосна»	717119	4878,4
Центр народной и традиционной медицины	62955	428,3
Театр-Сервис «Жаналык»	323571	2201,2
ВКО ОДТ филиал ОАО КазахТелеком на 4 объектах	2658262	18083,4
Центр документальной и новейшей истории	1174970	7993,0
Музей-зоповедник имени Абая	555044	3775,8
Дворец творчества детей и молодежи	312997	2129,2
Музей имени семьи Невзоровых	257490	1751,6
ТОО «Дана»	557058	3789,5

ТОО «Семей-Базары»	543284	3695,8
СФ ОАО «Казкоммерцбанк»	207764	1413,4
ОАО «Банк ТуранАлем»	16278	110,7
ТОО «Ак Нур-2002»	187918	1278,4
Частное лицо: Алсалямова Ш.Н.	172023	1170,2
ТОО «Компания Семсат»	125658	854,8
Частное лицо: Маканов И.	102900	700,0

В результате анализа представленных данных, полученных узлами учета тепла и ГВС, на которых установлены приборы нашей фирмы, было установлено, что Внедрение узлов учета позволяет:

экономить существенные средства, не переплачивая за потребляемую энергию.

объективно определять нарушение температурного графика;

строить графики почасового потребления ГВС;

определять утечки;

фиксировать аварии и нестандартные ситуации в работе теплосистем.

Также были выявлены резервы по экономии тепловой энергии и необходимость автоматизации процесса теплорегулирования для создания комфортных условий при снижении затрат.

Наибольший резерв для снижения теплоснабжения имеется в весенне-осенний период при значительных перепадах температуры за короткие промежутки времени путем внедрения автоматизированных тепловых пунктов. Здесь речь идет о действительном снижении потребления тепла, полученного в результате поддержания температурного графика.

Определим эффект экономии тепловой энергии за счет снижения температуры помещений в нерабочее время:

$$K = \frac{(T_{\text{комн.сниж.}} - \bar{T}_{\text{нар.отоп.сез.}})}{(T_{\text{комн.}} - \bar{T}_{\text{нар.отоп.сез.}})} \quad (1)$$

где  $K$ - относительное снижение теплоснабжения при снижении внутренней температуры;

$\bar{T}_{\text{нар.отоп.сез.}}$  - средняя наружная температура, характерная для данного отопительного сезона;

$T_{\text{комн.сниж.}}$  - температура комнатная сниженная

$T_{\text{комн.}}$  - температура комнатная

$$\alpha = \frac{t_{\text{сниж.темп.}}}{t_{\text{общее}}} \quad (2)$$

- доля времени относительного снижения теплосбережения при снижении внутренней температуры;

$t_{\text{сниж.тем.}}$  - время, в течение которого температура снижена (ночные часы и выходные дни);

$t_{\text{общее}}$  - общее время работы

$$P = 1 - \alpha \cdot (1 - K) \quad (3)$$

$P$  – относительное теплосбережение

$$\mathcal{E} = \alpha \cdot (1 - K) \cdot 100\% \quad (4)$$

$\mathcal{E}$  – экономия за счет снижения теплосбережения

В таблице 2 приведен пример расчета экономического эффекта при применении энергосберегающих технологий – автоматизированных тепловых пунктов при поддержании температуры производственных помещений в районе 20 °С.

Таблица 2

**Расчёт экономического эффекта за счёт снижения теплосбережения при применении автоматического управления температурой теплоносителя и нормированного программного снижения температуры в помещениях в часы отсутствия людей**

К-во часов со среднесуточной т-рой.	К-во дней отопления за сезон <sup>1</sup>	Среднесуточная т-ра	Расход тепла при отсутствии и регулировании	стоимость	Расход тепла при снижении температуры в нерабочее время	стоимость	ЭКОНОМИЯ	ЭКОНОМИЯ	Исходные данные (ввод данных в зеленые клетки)	
час	дн.	град С	Гкал	₽	Гкал	₽	₽	%	0,5	Расчётное теплосбережение здания (при температуре наружного воздуха
										Гкал/час

<sup>1</sup> Данные по количеству дней отопления за сезон со среднесуточной температурой для г.Алматы из СНиП II-A.6-72. Строительная климатология и геофизика.М.: «Стройздат», 1973 г.

										равной наружной расчётной)
									20	Расчётная дневная т-ра в здании, °С
9	0,38	-	5	55	4	50	4	8,03		
62	2,58	-	28	336	25	306	30	8,97	27	Наружная расчётная т-ра (Т-ра самой холодной недели года) (Данные СНиП для данной местности), °С
169	7,04	-	67	808	60	726	82	10,2		
423	17,6	-	146	1752	129	1547	206	11,7	12	стоимость 1 Гкал тепла, \$
803	33,4	-7,45	234	2814	202	2423	391	13,9	20	Дневная температура в здании, °С
102	42,5	-2,45	244	2929	203	2432	497	17	15	Ночная температура в здании, °С
695	28,9	2,55	129	1548	101	1210	338	21,8	5	Рабочих дней в неделю, дн.
801	33,3	6,55	115	1375	82	986	390	28,3	8	Рабочих часов в день, час
<b>Итого за се- зон:</b>			<b>968</b>	<b>11617</b>	<b>807</b>	<b>9680</b>	<b>193</b>	<b>8</b>	<b>17</b>	

Примечание. В расчёте не учтено:

1. Экон. эффект за счёт снятия перетопов в переходные сезоны (осень, весна);
2. Эффект за счёт учёта бытовых тепловыделений;
3. Эффект за счёт снятия влияния на потери инерции тепловой сети.

Из таблицы 2 видно, что при использовании автоматического теплорегулирования удастся достичь 17%-ой экономии только за счет снижения температуры в ночные часы и выходные дни. В данном примере не учитывалась экономия, достигаемая за счет качественного метода регулирования и улучшения циркуляции теплоносителя в системе отопления здания, а также исключения теплотерь, возникающих за счет инерции тепловой сети. Кстати, к нерациональным потерям энергии приводят не только перетопы, но и недотопы, так как потребитель включает электронагревательные приборы, использующие более дорогую энергию – электрическую.

Внедрение систем автоматизации с использованием регулятора отопления «Взлет РО-1» позволяет добиться:

1. Устранения вынужденных перетопов в переходные сезонные периоды и создания комфортных температурных условий в зданиях;
2. Снятия перегрузок тепловой сети из-за неравномерности потребления ГВС. Уменьшения вероятности аварий тепловой сети. Уменьшения вероятности «проскоков» сырой, неподготовленной воды в тепловую сеть;

- 3.Снижения расходов тепла за счёт применения прогрессивных методов регулирования;
4. Создания технической возможности перехода к закрытой системе теплоснабжения;
- 5.Создания технической возможности централизованной диспетчеризации;
6. Качественный метод регулирования систем отопления<sup>2</sup> и выравнивания температур во всех помещениях;
7. Учета недостатков отечественных систем теплопотребления;
8. Удобства обслуживания.

Рассмотрим каждый пункт более детально.

1. Из-за вынужденных перетопов в переходные периоды происходит существенная потеря тепла. Это связано с отсутствием регулирования на индивидуальных тепловых пунктах и одновременно с необходимостью поддержания минимальной температуры в сети для соблюдения санитарных норм горячего водоснабжения.

В осенне-весеннем сезоне в каждом регионе свои проблемы. Например, особенностью двухтрубной системы теплоснабжения<sup>3</sup> являются высокие комнатные температуры в эти периоды отопительного сезона. И применение автоматизированных тепловых пунктов является оптимальным вариантом решения этой проблемы.

2. Имеется в виду возможность нормированного снижения нагрузки на отопление в часы максимальной нагрузки на горячее водоснабжение. Практика показывает, что наибольшее количество аварий тепловых сетей приходится на часы максимального пользования горячей водой. Для снижения риска аварий по этой причине в регуляторе «Взлёт РО-1» предусмотрен компенсационный режим. В часы максимального водоразбора нагрузка на отопление снижается после чего происходит компенсация. Заметим, что при этом выравнивается не только нагрузка на тепловые сети, но и температура в жилых домах, так как максимум бытовых тепловыделений приходится на часы максимального водоразбора.

3. Снижение расходов тепла достигается за счет применения регулятора «Взлёт РО-1» в составе АТП. Основное функциональное назначение регулятора - экономия тепловой энергии при сохранении комфортных условий. Это достигается за счёт:

Поддержания температурного графика отопления в зависимости от температуры наружного воздуха с учётом не только фактической наружной температуры, но и динамики её изменения.

---

<sup>2</sup> Качественный метод регулирования – это метод, при котором циркуляция теплоносителя в системе отопления постоянна, а изменяется только температура теплоносителя.

<sup>3</sup> Двухтрубная система – это система в которой теплоснабжение происходит по двум трубам, как для отопления, так и для ГВС. Поэтому в переходные периоды нет возможности снижать температуру ниже допустимой по санитарным нормам для ГВС.

Программного снижения температуры в помещениях в часы отсутствия людей (т.н. ночное снижение температуры).

Поддержания температуры горячего водоснабжения в соответствии с заданием.

Помимо этого «Взлёт РО-1» также позволяет обеспечить:

-Ограничение расхода из тепловой сети в соответствии с договором на теплоснабжение. В случае совместного использования регулятора «Взлёт РО-1» с узлом учёта тепловой энергии на основе приборов ЗАО «ВЗЛЁТ» можно контролировать величину расхода теплоносителя в подающем трубопроводе и ограничивать его в соответствии с договором на теплоснабжение. Наличие этой функции позволяет при дефиците температуры в тепловой сети сохранять её жизнеспособность без ущерба для потребителей, находящихся в конце этой сети.

- Ограничение возвращаемой в тепловую сеть температуры теплоносителя.
- Нормированное снижение нагрузки отопления в часы максимального водоразбора ГВС с последующей компенсацией (выравнивание нагрузки на тепловую сеть по времени).
- Ограничение скорости изменения температуры теплоносителя, подаваемого в тепловую сеть.
- Подачу сигнала аварии во внешнюю цепь.
- Регулятор имеет выход независимого таймера, который можно использовать, например, для включения электрообогрева в часы сниженного тарифа на электроэнергию или для других технических нужд.

Также хочется отметить, что в отличие от поставляемых в нашу страну дешевых импортных регуляторов, в регуляторе «Взлёт РО-1» ввод параметров регулирования осуществляется не выбором кривой из пучка и не вводом задания вслепую с помощью карты, с отсутствием возможности последующей коррекции, а аналитически, вводом параметров температурного графика, взятых из проекта или паспорта системы отопления. Алгоритмы управления температурой отопления, применяемые в регуляторе, рекомендованы к использованию в своде правил СП41-101-95.

4. Дело в том, что при открытых системах теплоснабжения точка излома температурного графика, т.е. минимальная температура теплоносителя в летний, ранне-осенний и поздне-весенний периоды, редко поднимается выше 60 °С. Этого при открытых системах достаточно. Теряя в стояках горячего водоснабжения не более 5 градусов горячая вода, температурой не менее 55 °С (санитарная норма) поступает к потребителю. Другое дело - нагрев в теплообменнике. Чтобы нагреть водопроводную воду до температуры 60 °С, и при этом размеры теплообменника и, соответственно,

цена, не были бы сравнимы с самим зданием, требуется температуру теплоносителя в тепловой сети иметь равной, как минимум,  $70^{\circ}\text{C}$ . А это часто бывает невозможно сделать по экономическим соображениям, так как в случае увеличения минимальной температуры тепловой сети, сразу возрастут потери из-за перегревов в зданиях, которые автоматикой управления температурой отопления не оборудованы. Переход к закрытой системе теплоснабжения позволяет избавиться от этих проблем.

5. Внедрение энергосберегающих технологий в области отопления жилых, производственных, и административных зданий влечёт за собой усложнение техники, которая монтируется на тепловом пункте. Вопрос её обслуживания встаёт и будет вставать по мере её активного внедрения. Для того, чтобы стоимость обслуживания не съела полученную экономию в регуляторе «Влёт-РО1», предусмотрена возможность дистанционного с помощью модемной связи или через компьютерную сеть управления и контроля за состоянием АТП. Регулятор автоматически сообщает на диспетчерский пульт о возникновении нештатной ситуации, а диспетчер при необходимости вышлет мобильную, высококвалифицированную группу.

6. Если в системе не поддерживается расчетная циркуляция, то тепло распределяется неравномерно, т.е. одни помещения не нагреваются, а другие перегреваются. Существует три метода:

- качественное регулирование, при котором меняется только температура, а расход остаётся постоянным;

- количественное регулирование, при котором меняется расход, а температура остается постоянной;

- качественно-количественное (смешанное) регулирование, при котором меняется и то и другое.

О первом методе можно сказать, что он применим для всех схем систем отопления (однотрубных, двухтрубных, попутных и т.д.) Мало того, при качественном регулировании можно быть уверенным, что все помещения находятся по теплу в равных условиях, а следовательно, может быть применено глубокое регулирование с наибольшим экономическим эффектом, т.е. снижение температуры в помещениях больше чем на  $5^{\circ}\text{C}$ . Следовательно, будет больше экономический эффект при равномерном распределении тепла.

Количественное регулирование применяется в системах приточной вентиляции, воздушно-отопительных агрегатах и завесах.

Качественно-количественное регулирование систем отопления – это такое регулирование, при котором при изменении одного параметра происходит не поддающееся учёту изменение другого, как происходит, например, при регулировании с по-

мощью гидроэлеватора (струйного насоса) с регулируемым соплом. Так при контролируемом изменении температуры происходит изменение циркуляции в системе, которое не контролируется, потому что зависит не только от положения сопла, но и от располагаемого напора на вводе теплосети и от загрязненности камеры смешения. Следовательно, можно с уверенностью сказать, что при регулировании во всех помещениях будут разные по теплу условия, и значит, чтобы сохранить во всех помещениях комфортную температуру, некоторые надо перегревать. Для региона Санкт-Петербурга и Ленинградской области один градус перегрева в помещениях (т.е. 21 °С вместо 20 °С) равносителен почти 5% потерь. Отсюда становится очевидным, что необходимо обязательное применение циркуляционных или подмешивающих насосов.

7. Учёт недостатков наших систем теплоснабжения включает: качество, температуру и располагаемый напор теплоносителя в ТС, устойчивость к загрязнениям теплоносителя тепловых сетей. Наиболее чувствительными к грязной воде элементами схем автоматизации являются насосы с мокрым ротором, поскольку ротор насоса вращается в перекачиваемой среде. Применение автоматической промывки фильтров защиты насосов в системах с зависимым присоединением на наш взгляд необходимо. Это реализуется во «Взлёт АТП» с помощью поочередной, автоматической промывки насосами фильтров друг друга по расписанию, введенному в регулятор.

8. Удобство обслуживания, т.к. не надо чистить фильтры вручную.

В заключение хочется отметить, что сотрудниками ЗАО «Взлет» разработан автоматизированный тепловой пункт - АТП, позволяющий решать рассмотренные выше задачи (рис.1) и охватывающий практически все возможные варианты построения и компоновки схем для автоматизации систем теплоснабжения. По данным, предоставленным администрацией г.Сосновый Бор нашей фирме, затраты на приобретение и установку АТП окупались в течение одного сезона. В настоящее время уже внедрено более 100 АТП, которые успешно эксплуатируются на различных предприятиях.



Рис.1. «Взлет АТП»

Буровцев В.А., главный эксперт по автоматизированным тепловым пунктам  
Кузовков А.М., ведущий специалист  
Шерман О.А., начальник патентного бюро