

Construction of Unique Buildings and Structures



journal homepage: www.unistroy.spb.ru



Методика повышения энергоэффективности типового многоквартирного дома путем внедрения систем учета, автоматизации и регулирования тепловой энергии

Т.О. Задвинская¹, А.С. Горшков²

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет», 195251, Россия, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29.

Информация о статье	История	Ключевые слова
УДК 697.1 Научная статья	Подана в редакцию 7 апреля 2014 Принята 13 августа 2014	энергосбережение; энергетическая эффективность; потери тепловой энергии; теплоотпуск; автоматизированный индивидуальный тепловой пункт; узел учета тепловой энергии; многоквартирный дом

АННОТАЦИЯ

В статье приведена методика повышения эффективности потребления тепловой энергии. Методика основана на проведении мероприятий по установке узлов учета тепловой энергии и внедрении систем автоматического регулирования параметров теплоносителя в типовом многоквартирном доме. Представлен пример расчета затрат на тепловую энергию в типовом многоквартирном жилом доме по различным методикам, используемым при расчете начислений за потребленную тепловую энергию ресурсоснабжающими организациями, при наличии узла учета и систем авторегулирования и без них. Рассчитан срок окупаемости предлагаемых мероприятий.

Содержание

1.	Введение	80
2.	Методика повышения энергоэффективности	80
3.	Экономическая эффективность установки узла учета тепловой энергии	84
4.	Выводы	84

1

Контактный автор:

+ 7 (904) 644 9522, tasya-1991@mail.ru (Задвинская Таисия Олеговна, студент)

2

+ 7 (921) 388 4315, alsgor@yandex.ru (Горшков Александр Сергеевич, к.т.н., доцент)

1. Введение

Повышение энергетической эффективности жилых и общественных зданий в России является приоритетной задачей российской экономики. По данным Всемирного банка, реализация существующего потенциала энергосбережения позволит России экономить до 100-150 млрд руб. федерального и муниципального бюджета в год, что эквивалентно 25-40% ВВП [1].

Средством достижения поставленной задачи в России был выбран федеральный закон № 261 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (далее - ФЗ №261), вступивший в силу 23 ноября 2009 г.

Одним из разделов ФЗ №261 является разработка и реализация мероприятий повышения энергетической эффективности в теплоснабжении.

По экспертным оценкам системная реализация энергосберегающих мероприятий позволяет сократить затраты тепловой энергии на отопление в жилищном секторе в 2,0 — 2,5 раза [2].

На сегодняшний день разрабатывается множество методик по снижению и контролю потребления, а также производится анализ экономической эффективности проводимых мероприятий во многих научных публикациях [3, 5-22]. Рассматриваются мероприятия, которые могут осуществляться не только в новом строительстве, но и те, которые могут проводиться в существующих жилых зданиях в рамках капитального ремонта [4].

В данной работе, как один из методов повышения энергоэффективности существующего типового жилого многоквартирного дома рассмотрена установка узлов учета тепловой энергии и систем автоматизации, а также рассчитан срок окупаемости проводимых мероприятий.

Оснащение систем отопления и водоснабжения узлами учета тепловой энергии (УУТЭ) является одним из обязательных мероприятий повышения энергетической эффективности [26].

Объект исследования. Затраты на тепловую энергию, потребленную типовым жилым многоквартирным домом при его оснащении УУТЭ, автоматизированным индивидуальным тепловым пунктом (АИТП) и при их отсутствии.

Модель исследования. Жилой многоквартирный дом старого фонда, имеющий подключение к центральному отоплению и ГВС.

Цель исследования. Разработка комплекса мероприятий снижения затрат на тепловую энергию, а также повышения энергоэффективности в типовом жилом многоквартирном доме.

Задачи исследования. Исходя из указанной цели, одной из основных задач исследования является: анализ существующих методов повышения эффективности потребления тепловой энергии жилого здания, а также оценка экономического эффекта при реализации мероприятий по повышению энергоэффективности.

2. Методика повышения энергоэффективности

Без полноценного приборного учета энергопотребления никакие меры по снижению потребления энергоресурсов не станут эффективными. Из чего следует, что первым шагом на пути к повышению энергоэффективности необходима комплексная установка узлов учета и автоматических систем регулирования.

Для определения экономической целесообразности применения АИТП и УУТЭ произведен сравнительный расчет (таблица 1) теплоотпуска на примере типового жилого многоквартирного здания по трем методикам, используемым теплоснабжающими организациями для расчета начислений за отпущенную тепловую энергию:

- по нагрузке;
- по нормативу;
- по показаниям узла учета.

Также существует четвертый метод – балансовый. Он сводится к тому, что количество тепловой энергии отпущенной котельной распределяется по потребителям (данный метод не использован в представленном расчете).

Исходные данные:

- Адрес: г. Колпино, ул. Веры Слуцкой, д. 83;
- Общая площадь здания: 1690,70 м²;
- Количество жителей: 79 чел;
- Норматив на отопление: 0,0170;
- Норматив на ГВС: 0,2736;
- Нагрузка на отопление: 0,17 Гкал/ч;
- Нагрузка на ГВС: 0,03 Гкал/ч;

Расчет представлен в таблице №1. Пример расчета первой строки:

Количество потребленного тепла по нагрузке:

- на отопление:

$$Q_{\text{отоп}} = [Q_{\text{п}} \times \text{режим работы} \times \text{количество дней} \times (T_{\text{вн}} - T_{\text{нв}}) \div (T_{\text{вн}} - (-26))], \quad (1)$$

- на ГВС: $Q_{\text{ГВС}} = [Q_{\text{п}} \times \text{режим работы} \times \text{количество дней} \times (65^{\circ} - T_{\text{хв}}) \div 60^{\circ}], \quad (2)$

$Q_{\text{п}}$ – подключенная нагрузка;

$T_{\text{вн}}$ – температура внутреннего воздуха (+18);

$T_{\text{нв}}$ – температура наружного воздуха, по климатическим данным;

$T_{\text{хв}}$ – температура холодной воды, по климатическим данным.

Стоимость потребленной тепловой энергии:

$$P = Q \times T \quad (3)$$

T – тариф на тепловую энергию [29]

$$Q_{\text{отоп}} = 0,17 \times 24 \times 31 \times (18 - (-3,75)) / ((18 - (-26))) = 62,52 \text{ Гкал}$$

$$Q_{\text{отоп}} = 0,17 \times 24 \times 31 \times (18 - (-3,75)) / ((18 - (-26))) = 62,52 \text{ Гкал}$$

$$Q_{\text{ГВС}} = 0,17 \times 24 \times 31 \times (65^{\circ} - 0^{\circ}) / 60^{\circ} = 27,26 \text{ Гкал}$$

$$Q = Q_{\text{отоп}} + Q_{\text{ГВС}} = 62,52 + 27,26 = 89,78 \text{ Гкал}$$

$$P = 89,78 \times 1086,23 = 97525,13 \text{ руб.}$$

Количество потребленного тепла по нормативу:

на отопление:

$$Q = K \times A \times \text{норматив} \quad (4)$$

на ГВС:

$$Q = \text{количество человек} \times \text{норматив} \quad (5)$$

K – коэффициент сезонности (нормативные месячные температуры по СНиП);

A – площадь;

Норматив отопление – зависит от серии дома;

Норматив ГВС зависит от типа ванной (с душами, с ванными 1500-1700 и т.д.), согласно Постановлению Правительства РФ от 28 марта 2012 г. N 258 "О внесении изменений в Правила установления и определения нормативов потребления коммунальных услуг".

$$Q_{\text{отоп}} = 1 \times 1690,70 \times 0,0170 = 28,74 \text{ Гкал}$$

$$Q_{\text{ГВС}} = 79 \times 0,2736 = 21,61 \text{ Гкал}$$

$$Q = Q_{\text{отоп}} + Q_{\text{ГВС}} = 28,74 + 21,61 = 50,36 \text{ Гкал}$$

$$P = 50,36 \times 1086,23 = 54698,52 \text{ руб.}$$

По данным узла учета тепловой энергии

Для определения количества тепловой энергии Q , потребленной домом, используется формула:

$$Q = Q_{\text{у.у.}} + Q_{\text{п}} + (G_{\text{п}} + G_{\text{ГВ}}) \times (h_2 + h_{\text{ХВ}}) \times 10^{-3} \quad (6)$$

$Q_{\text{у.у.}}$ - тепловая энергия, израсходованная потребителем, по показаниям теплосчетчика;

$Q_{\text{п}}$ - тепловые потери на участке от границы балансовой принадлежности системы теплоснабжения потребителя до его узла учета. Эта величина указывается в Договоре и учитывается, если узел учета оборудован не на границе балансовой принадлежности;

$G_{\text{п}}$ - масса сетевой воды, израсходованной потребителем на подпитку систем отопления по показаниям водосчетчика (учитывается для систем, подключенных к тепловым сетям по независимой схеме);

$G_{\text{ГВ}}$ - масса сетевой воды, израсходованной потребителем на водоразбор, по показаниям водосчетчика (учитывается для открытых систем теплоснабжения);

h_2 - энтальпия сетевой воды, в соответствующем трубопроводе;

$h_{\text{ХВ}}$ - энтальпия холодной воды, используемой для подпитки.

$$Q = 62,53 \text{ Гкал}$$

$$P = 62,53 \times 1086,23 = 67921,96 \text{ руб.}$$

Балансовый метод. Данный метод не используется в таблице.

$$Q = Q_{\text{источника}} \quad (7)$$

Q – потребленная тепловая энергия;

$Q_{\text{источника}}$ – тепловая энергия, отпущенная источником.

Потреблено тепловой энергии столько, сколько отпустил источник тепловой энергии.

Таким образом, можно рассчитать разницу между теплоотпусками, рассчитанными разными методами.

$$\Delta Q_1 = \sum(Q_{\text{у.у.}} - Q_{\text{по нагр}}) = 796,04 - 1054,24 = -258,2 \text{ Гкал}$$

$$\Delta P_1 = \sum(\Delta Q_1 \times T) = 984507,3 - 1237942,39 = -253435,09 \text{ руб.}$$

$$\Delta Q_2 = \sum(Q_{\text{у.у.}} - Q_{\text{по нагр}}) = 796,04 - 1007,12 = -211,08 \text{ Гкал}$$

$$\Delta P_2 = \sum(\Delta Q_2 \times T) = 984507,3 - 1200920,8 = -216413,5 \text{ руб.}$$

Таким образом, видно, что реальный теплоотпуск, рассчитанный по показаниям узла учета тепловой энергии, меньше, чем теплоотпуск, рассчитанный по нагрузке и по нормативу.

Теплоотпуск по трем расчетам различен, так как производится по разным методикам. Расчет по нормативу каждый год одинаков и зависит от исходных данных – неизменяемых параметров дома (площадь, тип дома), расчет по нагрузке зависит не только от неизменяемого параметра – нагрузки на дом, но и от изменяемого – наружной температуры воздуха, узел учета фиксирует фактически потребленную тепловую энергию.

Данный расчет выявляет несоответствие между продаваемыми и покупаемыми энергоресурсами. С помощью УУТЭ ведется учет реально потребленной тепловой энергии, таким образом, происходит экономия затрат на тепловую энергию, экономия же самого тепла происходит за счет установки автоматики. Авторегулирование параметров подачи тепла позволяет ликвидировать перетопы в периоды, когда теплопоступления в зданиях превышают теплопотери. Перетопы возникают в периоды оттепелей, когда температура воздуха внутри помещений возрастает, и жители домов активно открывают форточки и интенсивно сбрасывают лишнее тепло на улицу.

В уравнении теплового баланса здания (8) [20] входит коэффициент ζ , учитывающий эффективность систем автоматического регулирования подачи теплоты на отопление.

$$Q_{\text{ов}}^{\text{г}} = [Q_{\text{тр}}^{\text{г}} + Q_{\text{вент}}^{\text{г}} + Q_{\text{инф}}^{\text{г}} - (Q_{\text{быт}}^{\text{г}} + Q_{\text{солн}}^{\text{г}}) \cdot v_{\text{ин}} \cdot \zeta] \cdot \beta_{\text{н}}, \quad (8)$$

$Q_{\text{ов}}^{\text{г}}$ - годовой расход тепловой энергии на отопление в холодный и переходный периоды года, МДж/год;

$Q_{\text{тр}}^{\text{г}}$, $Q_{\text{вент}}^{\text{г}}$, $Q_{\text{инф}}^{\text{г}}$, - потери зданием тепловой энергии: через наружные ограждающие конструкции, за счет вентиляционного теплообмена, за счет инфильтрации холодного воздуха через наружные ограждающие конструкции - за отопительный период, соответственно, МДж/год;

$Q_{\text{быт}}^{\text{г}}$ - бытовые теплопоступления в квартирах и помещениях общественного назначения за отопительный период, МДж/год;

$Q_{\text{солн}}^{\text{г}}$ - теплопоступления через наружные светопрозрачные ограждающие конструкции от солнечной радиации с учетом ориентации фасадов по восьми румбам за отопительный период, МДж/год;

$v_{\text{ин}}$ - коэффициент снижения теплопоступлений за счет тепловой инерции ограждающих конструкций;

ζ - коэффициент эффективности систем автоматического регулирования подачи теплоты на отопление;

$\beta_{\text{н}}$ - коэффициент, учитывающий дополнительное теплотребление системой отопления, связанное с дискретностью номинального теплового потока номенклатурного ряда отопительных приборов, с их дополнительными теплотерями через радиаторные участки ограждающих конструкций, с теплотерями трубопроводов, проходящих через неотапливаемые помещения.

В стандарте [21] для данного коэффициента приведены следующие рекомендуемые значения:

$\zeta = 1,0$ в однотрубной системе с термостатами и с пофасадным авторегулированием на вводе или поквартирной горизонтальной разводкой;

$\zeta = 0,95$ в двухтрубной системе отопления с термостатами и с центральным авторегулированием на вводе;

$\zeta = 0,9$ однотрубной системе с термостатами и с центральным авторегулированием на вводе или в однотрубной системе без термостатов и с пофасадным авторегулированием на вводе, а также в двухтрубной системе отопления с термостатами и без авторегулирования на вводе;

$\zeta = 0,85$ в однотрубной системе отопления с термостатами и без авторегулирования на вводе;

$\zeta = 0,7$ в системе без термостатов и с центральным авторегулированием на вводе с коррекцией по температуре внутреннего воздуха;

$\zeta = 0,5$ в системе без термостатов и без авторегулирования на вводе — регулирование центральное в ЦТП или котельной.

Из уравнения (6) следует, что чем выше коэффициент ζ , тем меньшими окажутся суммарные потери тепла на отопление здания в течение отопительного периода $Q_{\text{ов}}^{\text{г}}$. Так установка термостатов с однотрубной системе отопления и пофасадное авторегулирование ($\zeta = 1,0$) могут в 2 раза увеличить составляющую теплопоступлений - ($Q_{\text{быт}}^{\text{г}} + Q_{\text{солн}}^{\text{г}}$) в уравнении баланса (2) по сравнению с системами без термостатов и с центральным регулированием на ЦТП ($\zeta = 0,5$).

Таким образом, уменьшение параметров теплоносителя в системе отопления при наличии в здании централизованных или индивидуальных приборов учета тепла, позволяет уменьшить подачу теплоты в здание.

Системы автоматизации позволяют уменьшить потребление тепловой энергии в зданиях не только в периоды оттепелей, но и в течение всего отопительного периода.

3. Экономическая эффективность установки узла учета тепловой энергии

Для расчета окупаемости установки узлов учета тепловой энергии и автоматики рассчитаем затраты на приобретение оборудования, а также затраты на работы по техническому обслуживанию (при подготовке к отопительному и межотопительному сезону, промывке, гидравлическим испытаниям и т.д.) в табл. 2.

Таблица №2. Затраты на приобретение оборудования и капитальные вложения

1.	Стоимость оборудования	316 420,90 р.
2.	Стоимость монтажа, пуско-наладки	79 856,52 р.
3.	Обслуживание системы автоматизации ИТП.	9000 р./год
Итого:		396 277,42 р.

Расчет окупаемости инженерно-технических мероприятий приведен в виде графика №1 и в таблице №3.

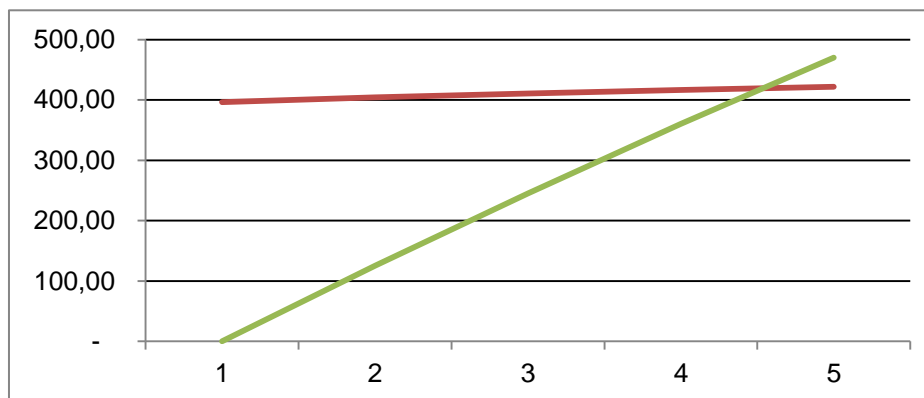


График №1. Определение срока окупаемости

4. Выводы

Установка УУТЭ и автоматических систем регулирования имеет ряд преимуществ:

1. Ведется учет реально потребленной тепловой энергии.
2. Позволяет существенно улучшить качество теплоснабжения.
3. Экономия при установке узла учета и регулирования достигается за счет снижения подачи тепловой энергии в жилой дом, когда температура наружного воздуха поднимается выше нормативной. [24]
4. Контролировать процессы теплоснабжения:
 - ликвидировать сезонные перетопы (весна, осень);
 - выдерживать температурный график;
 - выдерживать гидравлический режим;
 - не допускать остановку системы отопления;
 - обеспечить комфорт в отапливаемых помещениях;
 - обеспечить смену режимов потребления (день/ночь для жилья, будни/выходной для нежилых зданий)

- диспетчеризация УУТЭ позволяет своевременно получать информацию об аварийных ситуациях [1]
- повысить эффективность управления теплоснабжением.

5. Позволяет получить большое количество информации о качестве и о техническом состоянии систем производства, транспортировки и потребления энергоресурсов.

6. Стимулирует потребителей к экономии тепловой энергии.

7. Позволяет повысить прозрачность отношений в сфере энергопотребления. Наличие приборов учета – наличие информации о количестве и качестве продаваемых и покупаемых энергоресурсов, что технически обеспечивается автоматизированными системами сбора и обработки этой информации, доступной общественному и государственному контролю – условие прозрачности экономических отношений между поставщиком и потребителями. [25-26]

Установка узлов учета и контроля теплоносителя окупается в течении пяти лет, однако средний срок службы приборов, входящих в состав узлов учета тепловой энергии 4-5 лет, из чего следует, что необходимо проведение комплекса мероприятий по повышению энергоэффективности в многоквартирных жилых домах: внедрение АИТП, утепление ограждающих конструкций, установка рекуператоров тепла.

Таблица №1. Расчет теплоотпуска

Период расчета	Тариф	Количество и стоимость потребленной тепловой энергии по приборам учета		Количество и стоимость потребленной тепловой энергии по нормативам потребления								Количество и стоимость потребленной тепловой энергии по нагрузке потребителя								
		Количество потребленной тепловой энергии	Стоимость потребленной тепловой энергии	Отопление			ГВС			Количество тепловой энергии, потребленной на отопление и ГВС	Стоимость потребленной тепловой энергии при расчете по нормативам потребления (отопление и ГВС)	Время работы	Нагрузка на отопление	Нагрузка на газ	Температура холодной воды	Температура наружного воздуха	Количество потребленной тепловой энергии на отопление	Количество потребленной тепловой энергии на ГВС	Количество тепловой энергии, потребленной на отопление и ГВС	Стоимость потребленной тепловой энергии
				Общая площадь жилого дома	Норматив потребления по отоплению	Количество потребленной тепловой энергии на отопление	Количество проживающих	Норматив потребления ГВС	Количество потребленной тепловой энергии на ГВС											
руб.	Гкал	руб.	м ²	Гкал/м ²	Гкал	чел	Гкал/чел. в мес.	Гкал	Гкал	руб.	ч	Гкал/ч	Гкал/ч	С	С	Гкал	Гкал	Гкал	руб.	
1	2	3	4	5	6=4*5	7	8	9=8*7	10=6+9	11	12	13	14	15	16	17	18	19=18+17		
янв.11	1086,23	62,53	67921,96	1690,70	0,0170	28,74	79	0,2736	21,61	50,36	54698,52	744	0,17	0,03	0,00	-3,75	62,52	27,26	89,78	97525,13
фев.11	1086,23	76,48	83074,87	1690,70	0,0170	28,74	79	0,2736	21,61	50,36	54698,52	672	0,17	0,03	0,00	-4,50	58,42	24,62	83,04	90202,40
мар.11	1086,23	62,72	68128,35	1690,70	0,0170	28,74	79	0,2736	21,61	50,36	54698,52	744	0,17	0,03	0,00	0,00	51,74	26,71	78,45	85219,03
апр.11	1086,23	85,55	92926,98	1690,70	0,0170	28,74	79	0,2736	21,61	50,36	54698,52	720	0,17	0,03	0,80	5,30	35,33	25,77	61,10	66371,50
май.11	1207,34	28,06	33877,96	1690,70	0,0170	28,74	79	0,2736	21,61	50,36	60797,18	744	0,17	0,03	7,30	10,00	23,00	23,40	46,40	56020,02
июн.11	1207,34	15,45	18653,40	1690,70	0,0170	28,74	79	0,2736	21,61	50,36	60797,18	720	0,17	0,03	15,10	10,00	0,00	16,62	16,62	20071,96
июл.11	1207,34	7,90	9537,99	1690,70	0,0170	28,74	79	0,2736	21,61	50,36	60797,18	744	0,17	0,03	20,27	10,00	0,00	14,20	14,20	17147,25
авг.11	1207,34	13,27	16021,40	1690,70	0,0170	28,74	79	0,2736	21,61	50,36	60797,18	744	0,17	0,03	18,40	9,90	0,00	18,63	18,63	22491,65
сен.11	1207,34	15,43	18629,26	1690,70	0,0170	28,74	79	0,2736	21,61	50,36	60797,18	720	0,17	0,03	14,42	7,00	0,00	20,66	20,66	24938,44
окт.11	1207,34	42,82	51698,30	1690,70	0,0170	28,74	79	0,2736	21,61	50,36	60797,18	744	0,17	0,03	8,47	4,97	37,46	24,28	61,74	74540,29
ноя.11	1207,34	58,72	70895,00	1690,70	0,0170	28,74	79	0,2736	21,61	50,36	60797,18	720	0,17	0,03	4,19	2,26	43,79	24,96	68,75	83008,42
дек.11	1207,34	64,13	77426,71	1690,70	0,0170	28,74	79	0,2736	21,61	50,36	60797,18	744	0,17	0,03	1,50	1,00	48,87	27,26	76,13	91913,63
Итого за 2011:		533,06	608792,1			344,90			259,37	604,28	705171,5						361,12	274,39	635,51	729449,72
янв.12	1207,34	74,87	106664,38	1690,70	0,0170	28,74	79	0,2736	21,61	50,36	60797,18	744	0,17	0,03	0,17	-1,84	57,02	27,26	84,28	101752,65
фев.12	1207,34	63,63	90651,19	1690,70	0,0170	28,74	79	0,2736	21,61	50,36	60797,18	672	0,17	0,03	0,00	-5,41	60,79	24,62	85,41	103124,69
мар.12	1207,34	72,46	103230,9	1690,70	0,0170	28,74	79	0,2736	21,61	50,36	60797,18	744	0,17	0,03	0,00	-1,02	54,67	27,26	81,93	98920,68
апр.12	1207,34	1,18	1681,10	1690,70	0,0170	28,74	79	0,2736	21,61	50,36	60797,18	720	0,17	0,03	1,00	3,42	40,55	25,19	65,74	79366,72
май.12	1207,34	26,37	37568,32	1690,70	0,0170	28,74	79	0,2736	21,61	50,36	60797,18	744	0,17	0,03	9,50	9,15	25,45	24,10	49,55	59821,23
июн.12	1207,34	14,84	21141,97	1690,70	0,0170	28,74	79	0,2736	21,61	50,36	60797,18	720	0,17	0,03	15,00	10,00	0,00	20,17	20,17	24351,01
июл.12	1300,42	7,15	10971,64	1690,70	0,0170	28,74	79	0,2736	21,61	50,36	65484,34	744	0,17	0,03	17,00	9,90	0,00	12,10	12,10	15739,52
авг.12	1300,42	2,48	3805,55	1690,70	0,0170	28,74	79	0,2736	21,61	50,35	65481,87	744	0,17	0,03	16,20	10,00	0,00	19,54	19,54	25416,17
Итого за январь-август 2012:		262,98	375715,1			229,93			172,92	402,85	495749,3						238,47	180,26	418,73	508492,67
Итого за весь период:		796,04	984507,3			574,84			432,29	1007,12	1200920,8						599,59	454,65	1054,24	1237942,39

Таблица №2 Расчет окупаемости внедрения узлов учета тепловой энергии и автоматизации

Год	Процентная ставка диск. E	Характеристика оттока (капиталовложения)				Характеристика притока (экономия энергии)			Характеристика сальдо (доход)		
		Коэффициент диск h	Капиталовложения по годам K_t	Дисконтированные капиталовложения $K_t \times h$	Диск. капиталовложения $K_t \times h$	Экономия по годам R_t с учетом роста тарифа	Диск. экономия $R_t \times h$	Диск. экономия $R_t \times h$	Окупаемость по годам без дисконта	Окупаемость по годам с дисконтом	Окупаемость по годам с нарастающим итогом
					с нарастающим итогом			с нарастающим итогом			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	0,15	1,000	396 277,42	396 277,42	396 277,42	0	0	0	- 396 277,42	- 396 277,42	- 396 277,42
1	0,15	0,870	9 000,00	7 826,09	404 103,51	144 275,67	125 457,101	125 457,101	135 275,67	117 631,01	- 278 646,41
2	0,15	0,756	9 000,00	6 805,29	410 908,80	158 703,23	120 002,445	245 459,546	149 703,23	113 197,15	- 165 449,25
3	0,15	0,658	9 000,00	5 917,65	416 826,45	174 573,56	114 784,947	360 244,494	165 573,56	108 867,30	- 56 581,95
4	0,15	0,572	9 000,00	5 145,78	421 972,23	192 030,91	109 794,297	470 038,791	183 030,91	104 648,52	48 066,57
S			432 277,42	421 972,23		669 583,37	470 038,79		237 305,95	48 066,57	

Литература

1. Питиримов Н.В. Энергосервисный договор в ЖКХ на примере проекта «Энергоэффективный квартал» // *Материалы XXXIII Научно-практической конференции «Коммерческий учет энергоносителей»*. 2013. С. 298-318.
2. Минаков А.А. Коммерческий учет энергоресурсов: необходимость, противоречия, организация // *Материалы XXX Научно-практической конференции «Коммерческий учет энергоносителей»*. 2010. С. 23-32.
3. Горшков А. С., Гладких А.А. Мероприятия по повышению энергоэффективности в строительстве // *Academia. Архитектура и строительство*. 2010. № 3. С. 246-250.
4. Горшков А.С., Ватин Н.И., Немова Д.В. Энергоэффективность ограждающих конструкций при капитальном ремонте // *Строительство уникальных зданий и сооружений*. 2013. № 3. С. 100-107.
5. Гагарин В.Г. Экономический анализ повышения уровня теплзащиты ограждающих конструкций зданий. Сборник «Труды I Всероссийской научно-технической конференции». 2008. С. 24-62
6. Гошка Л. Л. К вопросу об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности в зданиях // *Инженерно-строительный журнал*. 2010. № 5. С. 38-42.
7. Гошка Л. Л. Системный подход к энергосбережению в инженерных сетях зданий // *Инженерно-строительный журнал*. 2011. № 1. С. 66-71.
8. Цай Н. Экономия по-европейски. Эффективность АИТП // *Строительство и городское хозяйство* 2008. №104.
9. Аверьянова О. В. Экономическая эффективность энергосберегающих мероприятий // *Инженерно-строительный журнал*. 2011. № 5. С. 53-59.
10. Guoa W., Qiaoa X. (2012) Study on energy saving effect of heat-reflective insulation coating on envelopes in the hot summer and cold winter zone. *Energy and Buildings*. 2012. Vol. 50. Pp. 196-203.
11. Building leakage, infiltration and energy performance analyses for Finnish detached houses. / Jokisalo J., Kurnitcki J., Korpi M., Kalamees T. (2009) *Building and Environment*. Vol. 44. Issue 2. Pp. 377-387
12. Gamtessa S.F. (2013) An explanation of residential energy-efficiency retrofit behavior in Canada. *Energy and Buildings*. Vol. 57. Pp. 155-164.
13. Nord N., Sjøthun S.F. (2014) Success factors of energy efficiency measures in buildings in Norway. *Energy and Buildings*, In Press, Accepted Manuscript, Available online 2014.
14. The reliability of technological systems with high energy efficiency in residential buildings / Peruzzi L., Salata F., Vollaro A. L., Vollaro R. L. (2014) *Energy and Buildings*. Vol. 68. Part A. Pp. 19-24.
15. Zhaoa X., Mab C., Gub P. (2012) Energy Saving Methods and Results Analysis in the Hotel. *Energy Procedia*. Vol. 14. Pp 1523–1527.
16. A review of HVAC systems requirements in building energy regulations. / Pérez-Lombard L., Ortiz J., Coronel J.F., Maestre I.R. (2011) *Energy and Buildings*. Vol. 43. Issues 2–3. Pp. 255-268.
17. Energy efficiency and energy savings in Japanese residential buildings—research methodology and surveyed results / Lopes L., Hokoi Sh., Miura H., Shuhei K. (2005) *Energy and Buildings*. Vol. 37. Issue 7. Pp. 698-706.
18. Entropa A. G., Brouwersb H. J. H., Reindersc A. H. M. E. (2010). Evaluation of energy performance indicators and financial aspects of energy saving techniques in residential real estate. *Energy and Buildings*. Vol. 42. Issue 5. 2010. Pp. 618–629.
19. Осипов Ю.Н. Особенности организации энергосбережения и повышения энергетической эффективности теплоснабжения теплопотребления в окммунальном комплексе РФ // *Материалы XXX Научно-практической конференции «Коммерческий учет энергоносителей»*. 2010. С. 91-99.
20. Passive House model for quantitative and qualitative analyses and its intelligent system / Kaklauskas A., Rute J., Zavadskaya E.K., Daniunas A., Pruskus V., Bivainis J., Gudauskas R., Plakys V. (2012) *Energy and Buildings*. Vol. 50. Pp. 7-18.
21. Проблемы и перспективы теплоснабжения в системе ЖКХ [Электронный ресурс]. Систем. требования: WinZip. URL: http://www.energsovet.ru/stat/et_819.zip (дата обращения: 12.03.2013).
22. Инюцын А.Ю. Приоритеты гос. политики в области энергосбережения и повышения энергоэффективности [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: <http://www.minenergo.gov.ru/upload/iblock/6c6/6c6c1f90d55b2b3afa0365fe8590f5f9.pdf> (дата обращения: 21.03.2014)

23. РМД 23-16-2012 Санкт-Петербург. Рекомендации по обеспечению энергетической эффективности жилых и общественных зданий (утверждены Распоряжением Комитета по строительству Правительства Санкт-Петербурга от 13.09.2012 г. № 114).
24. Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
25. Постановление Правительства Санкт-Петербурга от 25 декабря 2007 года № 1661 «О Генеральной схеме теплоснабжения Санкт-Петербурга на период до 2015 года с учетом перспективы до 2025 года»
26. Постановление от 27 июля 2010 г. № 930 «О региональной программе Санкт-Петербурга в области энергосбережения и повышения энергоэффективности»
27. Постановление Правительства Российской Федерации от 23.05.2006 № 306 «Правила определения нормативов потребления коммунальных услуг»

Method of energy efficiency of residential house by implementing of automatic controlled heat metering system

T.O. Zadvinskaya¹, A.S.Gorshkov²

Saint-Petersburg Polytechnical University, 29 Polytechnicheskaya st., St.Petersburg, 195251, Russia.

ARTICLE INFO

Original research article

Article history

Received 7 April 2014
Accepted 13 August 2014

Keywords

building energy savings;
energy efficiency;
waste of the heat energy;
heat input;
automatic controlled domestic heating plant;
heat metering system;
residential buildings.

ABSTRACT

The method of increasing the efficiency of heat energy describes in this article. The method is based on installation of heat metering system and automatic controlled domestic heating plant in residential building. An example of comparative calculation of the heat input and estimation for heat energy in a typical residential building, according to different methods which are used for the calculation of extra charge by the energy supplier, in the presence of the heat metering system and automatic controlled domestic heating plant and without. Payback period of the proposed activities was calculated.

1

Corresponding author:

+ 7 (904) 644 9522, tasya-1991@mail.ru (Taisiya Olegovna Zadvinskaya, Student)

2

+ 7 (921) 388 4315, alsgor@yandex.ru (Alexander Sergeevich Gorshkov, Ph. D., Associate Professor)

References

1. Pitirimov N.V. (2013) *Materialy XXXIII Nauchno-prakticheskoy konferentsii «Kommercheskiy uchet energonositeley»* [Energy service contract in the housing in a project "Energy Efficient District"] Pp. 298-318. (rus).
2. Minakov A.A. (2010) *Kommercheskiy uchet energoresurov: neobkhodimost, protivorechiya, organizatsiya.* [Commercial metering of energy resources: the need, the contradictions, the organization] *Materialy XXX Nauchno-prakticheskoy konferentsii «Kommercheskiy uchet energonositeley».* Pp. 23-32. (rus)
3. Gorshkov A. S., Gladkikh A.A. (2010) *Meropriyatiya po povysheniyu energoeffektivnosti v stroitelstve.* [Measures to improve energy efficiency in buildings] *Academia. Arkhitektura i stroitelstvo.* Vol. 3. Pp. 246-250.
4. Gorshkov A.S., Vatin N.I., Nemova D.V. (2013) Energy efficiency of envelopes at major repairs. *Construction of Unique Buildings and Structures.* Vol. 3. Pp. 100-107. (rus)
5. Gagarin V.G. (2008) *Ekonomicheskii analiz povysheniya urovnya teplozashchity ograzhdayushchikh konstruktivnykh zdaniy.* [Economic analysis of improving thermal performance of building envelopes.] *Sbornik «Trudy I Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii».* Pp. 24-62. (rus)
6. Goshka L. L. (2010) *K voprosu ob energosberezenii i o povyshenii energeticheskoy effektivnosti v zdaniyakh.* [The question of energy conservation and energy efficiency in building] *Magazine of Civil engineering.* Vol. 5. Pp. 38-42. (rus)
7. Goshka L. L. (2011) *Sistemnyy podkhod k energosberezeniyu v inzhenernykh setyakh zdaniy.* [System approach to energy efficiency in buildings engineering networks] *Magazine of Civil engineering.* Vol. 1. Pp. 66-71. (rus)
8. Tsai N. (2008) *Ekonomiya po-yevropeyski. Effektivnost AITP.* [European Economy. Efficiency of AITP] *Stroitelstvo i gorodskoye khozyaystvo.* Vol. 104.
9. Averyanova O. V. (2011) *Ekonomicheskaya effektivnost energosberegayushchikh meropriyatiy* [Cost-effectiveness of energy-saving measures] *Magazine of Civil engineering.* Vol. 5. Pp. 53-59. (rus)
10. Guoa W., Qiaoa X. (2012) Study on energy saving effect of heat-reflective insulation coating on envelopes in the hot summer and cold winter zone. *Energy and Buildings.* 2012. Vol. 50. Pp. 196-203.
11. Building leakage, infiltration and energy performance analyses for Finnish detached houses. / Jokisalo J., Kurnitcki J., Korpi M., Kalamees T. (2009) *Building and Environment.* Vol. 44. Issue 2. Pp. 377-387
12. Gamtessa S.F. (2013) An explanation of residential energy-efficiency retrofit behavior in Canada. *Energy and Buildings.* Vol. 57. Pp. 155-164.
13. Nord N., Sjøthun S.F. (2014) Success factors of energy efficiency measures in buildings in Norway. *Energy and Buildings,* In Press, Accepted Manuscript, Available online 2014.
14. The reliability of technological systems with high energy efficiency in residential buildings / Peruzzi L., Salata F., Vollaro A. L., Vollaro R. L. (2014) *Energy and Buildings.* Vol. 68. Part A. Pp. 19-24.
15. Zhaoa X., Mab C., Gub P. (2012) Energy Saving Methods and Results Analysis in the Hotel. *Energy Procedia.* Vol. 14. Pp 1523–1527.
16. A review of HVAC systems requirements in building energy regulations. / Pérez-Lombard L., Ortiz J., Coronel J.F., Maestre I.R. (2011) *Energy and Buildings.* Vol. 43. Issues 2–3. Pp. 255-268.
17. Energy efficiency and energy savings in Japanese residential buildings—research methodology and surveyed results / Lopes L., Hokoi Sh., Miura H., Shuhei K. (2005) *Energy and Buildings.* Vol. 37. Issue 7. Pp. 698-706.
18. Entropa A. G., Brouwersb H. J. H., Reindersc A. H. M. E. (2010). Evaluation of energy performance indicators and financial aspects of energy saving techniques in residential real estate. *Energy and Buildings.* Vol. 42. Issue 5. Pp. 618–629.
19. Osipov Yu.N. (2010) *Osobennosti organizatsii energosberezeniya i povysheniya energeticheskoy effektivnosti teplosnabzheniya teplopotrebleniya v okmmunalnom komplekse RF.* [Peculiarities of organization of energy saving and energy efficiency of heating heat demand in okmmunalnom complex RF] *Materialy XXX Nauchno-prakticheskoy konferentsii «Kommercheskiy uchet energonositeley».* 2010. Pp. 91-99. (rus)
20. Passive House model for quantitative and qualitative analyses and its intelligent system / Kaklauskas A., Rute J., Zavadskaya E.K., Daniunas A., Pruskus V., Bivainis J., Gudauskas R., Plakys V. (2012) *Energy and Buildings.* Vol. 50. Pp. 7-18.

21. Problems and Prospects in the heating system Housing [web source]. WinZip. URL: http://www.energsovet.ru/stat/et_819.zip (date of reference: 12.03.2013).
22. Inyutsyna A.Yu. State priorities. policy in the field of energy saving and energy efficiency [web source] AdobeAcrobatReader.URL:<http://www.minenergo.gov.ru/upload/iblock/6c6/6c6c1f90d55b2b3afa0365fe8590f5f9.pdf> (дата обращения: 21.03.2014)
23. RMD 23-16-2012 Sankt-Peterburg. Rekomendatsii po obespecheniyu energeticheskoy effektivnosti zhilykh i obshchestvennykh zdaniy (utverzhdeny Rasporyazheniyem Komiteta po stroitelstvu Pravitelstva Sankt-Peterburga ot 13.09.2012 g. № 114). [RMD 23-16-2012 St. Petersburg. Recommendations to ensure the energy efficiency of residential and public buildings (approved by the Decree of the Construction Committee of St. Petersburg Government of 13.09.2012, № 114).] (rus)
24. Federalnyy zakon № 261-FZ «Ob energosberezhenii i o povyshenii energeticheskoy effektivnosti i o vnesenii izmeneniy v otdelnyye zakonodatelnyye akty Rossiyskoy Federatsii» [Federal Law № 261-FZ "Energy saving and energy efficiency improvements and on Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation."].(rus)
25. Postanovleniye Pravitelstva Sankt-Peterburga ot 25 dekabrya 2007 goda № 1661 «O Generalnoy skheme teplosnabzheniya Sankt-Peterburga na period do 2015 goda s uchetom perspektivy do 2025 goda» [Resolution of the Government of St. Petersburg December 25, 2007 № 1661 "On the General Scheme of the heating of St. Petersburg for the period up to 2015 with the perspective till 2025"].(rus)
26. Postanovleniye ot 27 iyulya 2010 g. № 930 «O regionalnoy programme Sankt-Peterburga v oblasti energosberezheniya i povysheniya energoeffektivnosti» [Decision of 27 July 2010 № 930 " Regional Programme of St. Petersburg in the field of energy saving and energy efficiency"].(rus)
27. Postanovleniye Pravitelstva Rossiyskoy Federatsii ot 23.05.2006 № 306 «Pravila opredeleniya normativov potrebleniya kommunalnykh uslug» [Resolution of the Government of the Russian Federation dated 23.05.2006 № 306 "Rules for determining the consumption standards of public services"]. (rus)