

Construction of Unique Buildings and Structures



journal homepage: www.unistroy.spb.ru



Проведение энергоаудита детских садов с целью повышения энергоэффективности

Н.И. Ватин¹, О.С. Гамаюнова², Д.В. Немова³

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

Информация о статье

УДК 69

Научная статья

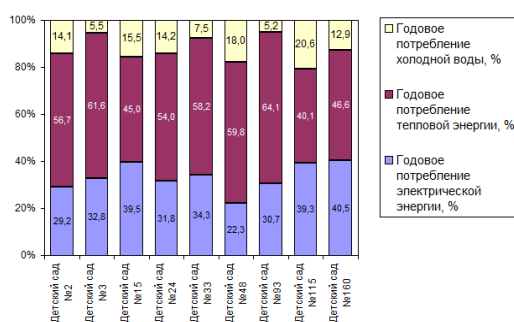
История

Подана в редакцию 10 июня 2014
Принята 2 сентября 2014

Ключевые слова

энергоаудит,
энергоэффективность,
энергосбережение,
показатели эффективности,
энергосберегающие здания,
детский сад

АННОТАЦИЯ



В статье приводится анализ результатов энергетических обследований и поиск возможных путей решения энергосбережения и повышения энергетической эффективности бюджетных организаций (детских садов) с учетом особенности этих объектов и обоснование их экономической эффективности.

Проведено сравнение потребления электрической и тепловой энергии, а также холодной воды. Рассмотрена деятельность детских садов с наибольшим и наименьшим потреблением тепловой энергии. Описан основной потенциал экономии в

потреблении топливно-энергетических ресурсов.

На основе анализа энергопаспортов детских садов г.Твери предложены типовые мероприятия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности. Подготовка кадров и повышение квалификации специалистов в сфере энергоаудита.

Содержание

1.	Актуальность работы	72
2.	Проведение энергоаудита и анализ его результатов	72
3.	Основной потенциал экономии в потреблении ТЭР	77
4.	Подготовка кадров и повышение квалификации специалистов в сфере энергоаудита	78
5.	Основные результаты и выводы	78

² Контактный автор:
+ 7 (905) 201 0191, gamayunova@inbox.ru (Гамаюнова Ольга Сергеевна, старший преподаватель)

¹ + 7 (921) 964 3762, vatn@mail.ru (Ватин Николай Иванович, д.т.н., профессор, директор Инженерно-строительного института)

³ + 7 (921) 890 0267, darya.nemova@gmail.com (Немова Дарья Викторовна, инженер, ассистент)

1. Актуальность работы

Энергоаудит (энергетическое обследование) – это относительно новое для России, но довольно востребованное направление деятельности, позволяющее выявить резервы энергосбережения и наметить пути повышения энергетической эффективности

Достоверность и ценность результатов любого аудита напрямую связаны с беспристрастностью проверяющей стороны. Как правило, проведение энергоаудита осуществляют специализированные консалтинговые компании, имеющие достаточную техническую базу. Так как энергетическое обследование требует серьезного приборного оснащения, этой деятельностью все чаще начинают заниматься сами поставщики энергии, а также производители современного энергоемкого оборудования.

Как показывает опыт многих российских компаний, качественно проведенный энергетический аудит всегда ведет к снижению доли энергозатрат. За очень короткий срок окупаются как затраты на проведение самого аудита, так и на последующую модернизацию.

Согласно законодательству [12] все бюджетные учреждения (детские дошкольные учреждения, общеобразовательные школы и другие учебные заведения, учреждения здравоохранения, культуры и искусства, административные учреждения и т.д.) должны проходить обязательное энергетическое обследование [5, 12]. Для бюджетных учреждений это довольно важно, т.к. они являются довольно энергоемкими.

Как правило, бюджетные учреждения потребляют тепловую и электрическую энергию, реже – различные виды топлива (например, природный газ, дрова, каменный уголь и т.д.). Топливо используется обычно в котельных, а газ, например, в пищеблоках. Ежегодное потребление составляет около 360 млн.Гкал тепловой энергии, что составляет 20% от всей вырабатываемой в России, и более 100 млрд.кВт·ч электроэнергии, что составляет около 10% от вырабатываемой в нашей стране электроэнергии. При этом расходы на коммунальные услуги бюджетных организаций в России ежегодно увеличиваются на 15-20% [2]. Поэтому, несомненно, снижение энергопотребления в бюджетных учреждениях позволит направить высвобожденные средства на финансирование более актуальных целей и задач, в первую очередь, этих же учреждений.

2. Проведение энергоаудита и анализ его результатов

1. Методика проведения энергоаудита

Реальный потенциал энергосбережения в каждом конкретном учреждении возможно определить лишь после проведения энергетического обследования. Оно состоит из нескольких этапов, включающих документальное, визуальное и инструментальное обследования с последующим анализом и составлением детального отчета и энергетического паспорта потребителя ТЭР.

На данный момент нет единой достаточно обоснованной структуры этапов энергетического обследования и их содержания. Тем не менее, в общем виде эту структуру можно представить так [10]:

- **ЭТАП I. Предварительный:**
 - сбор основных сведений об объекте
 - сбор технической информации
- **ЭТАП II. Инструментальное обследование объекта:**
 - система переработки продуктов (сырья)
 - системы отопления и горячего водоснабжения
 - электроустановки
 - системы водоснабжения и водоотведения
 - системы вентиляции и кондиционирования
 - состояние учета энергоресурсов, данные приборного учета энергоносителей и видов энергии (погрешность систем измерения, поверка и аттестация)
- **ЭТАП III. Анализ информации:**
 - анализ нормирования расхода энергоресурсов
 - составление общего топливно-энергетического баланса
 - сравнительная характеристика удельного потребления с базовым по каждому объекту и по отдельным видам энергоресурсов
 - экспертиза энергетической эффективности продукции по энергопаспортам
 - определение неблагоприятных объектов с точки зрения эффективности
- **ЭТАП IV. Разработка мероприятий по энергоэффективности:**

- расчет потенциальной годовой экономии в физическом и денежном выражении
 - определение состава оборудования, необходимого для реализации рекомендаций, его примерную стоимость, стоимость доставки, установки и ввода в эксплуатацию
 - рассмотрение всех возможностей снижения затрат, например, изготовление и монтаж оборудования силами самого предприятия, организации, учреждения
 - определение возможных побочных эффектов от внедрения рекомендаций, влияющих на реальную экономическую эффективность
- ЭТАП V. Мониторинг.

По итогам проведенного энергоаудита составляется энергетический паспорт (энергопаспорт) – обязательный нормативный документ, отражающий баланс потребления топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) и содержащий показатели эффективности их использования, а также содержащий план мероприятий по повышению эффективности использования ТЭР.

Рассмотрим методику проведения энергоаудита на примере нескольких детских дошкольных учреждений (детских садов) г.Твери.

2. Энергоаудит бюджетных учреждений (на примере детских садов г.Твери)

С целью оценки эффективности использования топливно-энергетических ресурсов, определения возможностей ее повышения и определения объема затрат на реализацию энергосберегающих мероприятий было проведено энергетическое обследование нескольких детских дошкольных учреждений (детских садов) г.Твери. Общие сведения об обследованных объектах представлены в таблице 1.

Таблица 1. Общие сведения об объектах обследования.

Наименование объекта	Год постройки	Этажность	Общая площадь здания, кв.м.	Общий объем здания, куб.м.	Материал ограждающих стен	Процент износа здания, %	Тип окон	Годовое потребление электрической энергии, тыс. кВт·ч/год	Годовое потребление тепловой энергии, Гкал/год	Годовое потребление холодной воды, тыс. м ³ /год	Класс энергетической эффективности
Детский сад №2	1937	2	2118,60	8146,0	кирпич	71	дерево	68,565	534,630	7,790	D (низкий)
Детский сад №3	1984	2	1101,60	4738,0	кирпич	60	дерево	45,931	346,396	1,831	E (очень низкий)
Детский сад №15	1993	2	980,15	4235,0	кирпич	37	пластик, дерево	60,577	276,872	5,605	D (низкий)
Детский сад №24	1937	2	1120,80	4424,0	кирпич	35	пластик	36,900	251,697	3,887	D (низкий)
Детский сад №33	1993	2	1117,60	4910,0	кирпич	49	пластик, дерево	52,302	356,226	2,688	E (очень низкий)
Детский сад №48	1988	2	1633,80	6820,0	кирпич	52	пластик, дерево	47,450	511,863	9,041	E (очень низкий)
Детский сад №93	1987	2	1355,75	6968	кирпич	38	дерево	70,203	588,15	2,819	E (очень низкий)
Детский сад №115	1993	2	1020,20	4042,0	кирпич	37	пластик, дерево	64,852	266,312	8,022	C (нормальный)
Детский сад №160	1991	2	1082,0	4427,0	кирпич	30	пластик, дерево	51,606	238,808	3,883	D (низкий)

Заметим, что во всех указанных выше детских садах система газоснабжения отсутствует, поэтому анализу в данной работе не подлежала.

Анализ затрат в стоимостном выражении на электроэнергию, тепловую энергию и холодную воду позволил определить структуру затрат на топливно-энергетические ресурсы в каждом из обследованных объектов (рисунок 1).

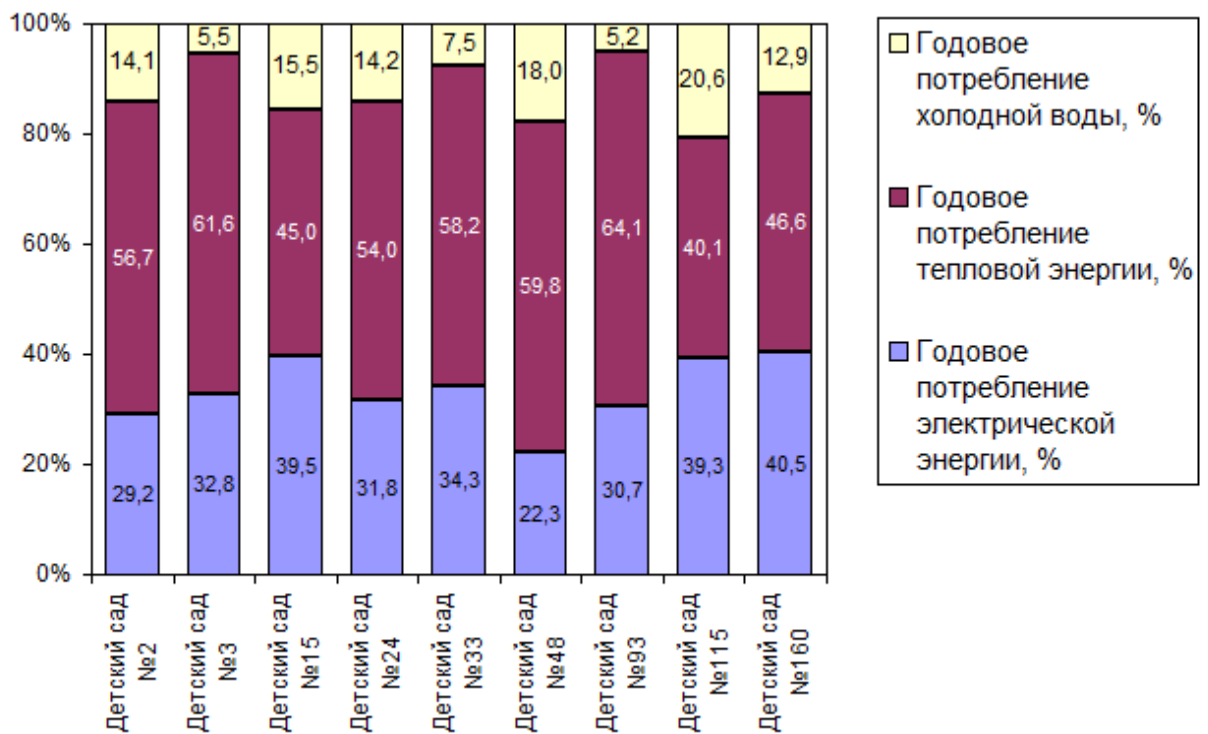


Рисунок 1. Структура затрат на ТЭР по объектам

Для более полного анализа годового потребления топливно-энергетических ресурсов в детских садах г.Твери определим их удельное годовое потребление (табл.2).

Таблица 2. Удельное годовое потребление ТЭР по объектам

Наименование объекта	Площадь, м ²	Удельное годовое потребление электрической энергии, кВт·ч / м ²	Удельное потребление тепловой энергии, Гкал / м ²	Удельное потребление холодной воды, м ³ /м ²
Детский сад №2	2118,60	32,36	0,25	3,68
Детский сад №3	1101,60	41,69	0,31	1,66
Детский сад №15	980,15	61,80	0,28	5,72
Детский сад №24	1120,80	32,92	0,22	3,47
Детский сад №33	1117,60	46,80	0,32	2,41
Детский сад №48	1633,80	29,04	0,31	5,53
Детский сад №93	1355,75	51,78	0,43	2,08
Детский сад №115	1020,20	63,57	0,26	7,86
Детский сад №160	1082,00	47,70	0,22	3,59

Величина удельного потребления ТЭР характеризует энергоэффективность здания и зависит от типа здания, его назначения и условий применения. Как видно из табл.2, наибольшее удельное годовое потребление электрической энергии и холодной воды наблюдается в детском саду №115 (63,57 кВт·ч / м² и 7,86 м³/м², соответственно). Самым теплоемким оказался детский сад №93 (0,43 Гкал / м²).

Рассмотрим динамику потребления ТЭР по годам во всех исследуемых объектах (рисунки 2-4).

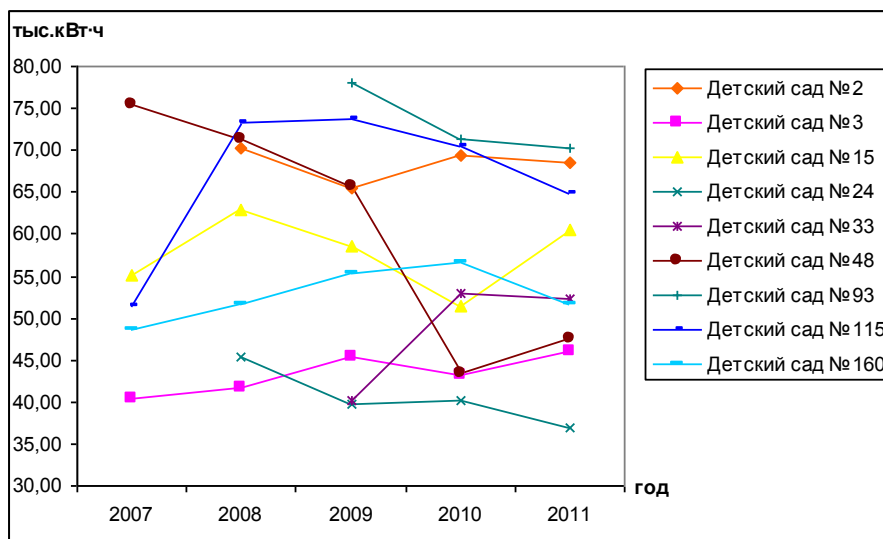


Рисунок 2. Динамика потребления электрической энергии по годам

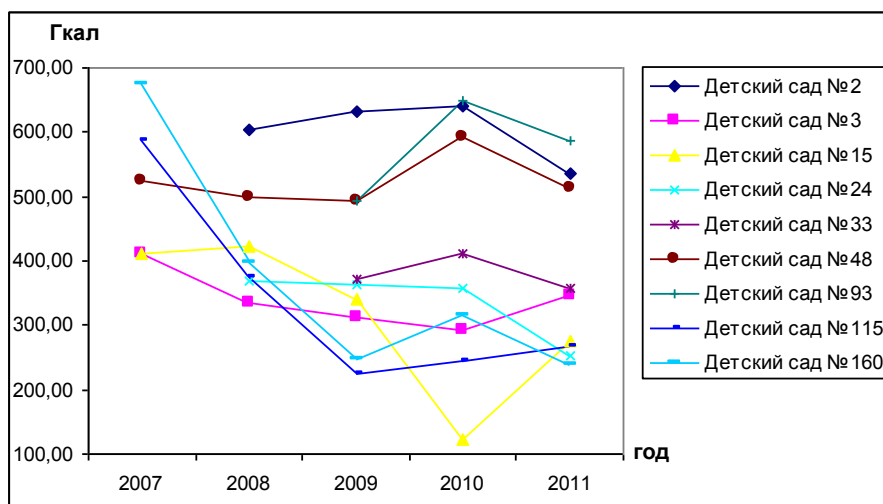


Рисунок 3. Динамика потребления тепловой энергии по годам

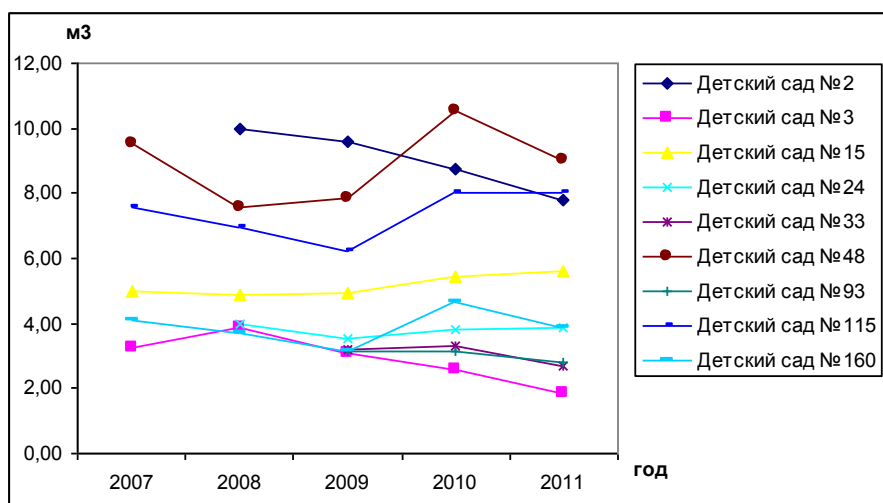


Рисунок 4. Динамика потребления холодной воды по годам

Из диаграмм (рисунки 2-4) видно, что в наиболее энергоемком детском саду №115, где самый большой удельный расход электрической энергии и холодной воды, наблюдается положительная динамика в снижении потребления электроэнергии за последние четыре года. Потребление воды снизилось лишь в отчетном году, тем не менее, при грамотной политике ресурсосбережения это может привести к устойчивым положительным результатам. В наиболее теплоемком детском саду №93 также наблюдается снижение потребления тепловой энергии за последний год.

Попробуем сравнить деятельность детских садов с наименьшим и наибольшим расходом ТЭР с целью найти потенциал экономии этих ресурсов. Для примера рассмотрим деятельность детских садов с наибольшим и наименьшим потреблением тепловой энергии (таблица 3).

Таблица 3. Основные характеристики объектов с наибольшим и наименьшим потреблением тепловой энергии

Основные характеристики	Детский сад №93	Детский сад №24	Детский сад №160
			
Удельное потребление тепловой энергии, Гкал / м ²	0,43	0,22	0,22
Общая площадь здания, м ²	1355,75	1120,80	1082,0
Год постройки	1987	1937	1991
Годовое потребление тепловой энергии, Гкал/год	588,15	251,697	238,808
в том числе:			
▪ отопление и вентиляция (в т.ч., калориферы воздушные)	470,52 (0,347) ⁴	201,36 (0,179)	191,05 (0,177)
▪ горячее водоснабжение	117,63 (0,087)	50,34 (0,045)	47,76 (0,044)
Тип окон	дерево	пластик	пластик, дерево
Процент износа здания, %	38	35	30
Класс энергетической эффективности	E (очень низкий)	D (низкий)	D (низкий)
Состояние фасадов	удовлетворительное, наблюдаются многочисленные трещины	хорошее, в некоторых местах есть повреждения и протечки	хорошее
Фундамент здания	монолитный, оштукатурен	монолитный, оштукатурен	монолитный, межблочные швы утеплены

Примечание: в скобках указан расход тепловой энергии на 1 м²

На основании представленных выше данных можно сделать вывод, что перерасход тепловой энергии в основном связан с типом оконных конструкций и состоянием фасадов зданий. Процент износа здания влияет на потребление теплоэнергии в меньшей степени.

3. Основной потенциал экономии в потреблении ТЭР

Несомненно, потенциал экономии необходимо искать там, где потребляется основной объем энергоресурсов. В первую очередь, речь идет об электрической и тепловой энергии. Так, например, в затратах на потребление ТЭР в детских садах г.Твери наибольший удельный вес занимают расходы на потребление именно тепловой энергии; наименьший – расходы на потребление холодной воды (рисунок 1). Но не стоит пренебрегать и потенциалом сбережения электрической энергии, т.к. в некоторых учреждениях существует примерно одинаковое соотношение потребления электрической и тепловой энергии.

Проанализировав данные, полученные в ходе энергетического обследования девяти детских садов г.Твери, можно предложить следующие типовые мероприятия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности:

1. **Утепление ограждающих конструкций (наружных стен).** По статистике дополнительная теплоизоляция ограждающих конструкций с применением эффективных утеплителей в конструкциях наружных стен, покрытиях, перекрытиях и перегородках обеспечивает снижение затрат на отопление здания до 40-50%. Существующие варианты утепления зданий отличаются как конструктивными решениями, так и используемыми в конструкциях материалами. Для утепления ограждающих строительных конструкций наибольшее применение нашли: теплоизоляционные плиты из минеральной ваты, теплоизоляционные плиты, изготовленные из базальтовых горных пород, плиты (блоки) из пеностекла и т.д.
2. **Замена оконных блоков.** Окна остаются наиболее уязвимым местом в ограждающих конструкциях, несмотря на постоянное совершенствование. В обычных деревянных окнах с двойным остеклением через неплотности ограждающих конструкций в помещение поступает наружный воздух в количестве, при котором за 1 час заменяется половина объема помещения (кратность воздухообмена 0,5). Однако со временем в таких окнах могут образовываться различные щели, в результате чего возникает излишняя инфильтрация, что приводит к увеличению годовых потерь тепла.
3. **Установка теплоотражающих экранов в местах установки радиаторов отопления.** Мероприятие предназначено для сокращения бесполезных потерь тепла отопительными приборами, установленными у наружных ограждений. При отсутствии теплоотражающего экрана возможный перерасход тепловой энергии может составлять порядка 5-7% от всей теплоотдачи прибора. Теплоотражающий экран за радиатором отопления полностью изолирует стены от нагрева, тем самым, понижая потери тепла. Установив теплоотражающий экран за радиатор отопления, можно повысить температуру внутри помещения, как минимум, на 1-2 °С. В подавляющем большинстве случаев отопительные приборы устанавливаются у наружных стен. Для снижения теплопотерь необходимо теплоизолировать за приборные участки наружной стены материалами с низким коэффициентом теплопроводности (например, алюминиевой фольгой). Теплоизоляцию желательнее располагать ближе к наружной поверхности стены. Энергосбережение достигается за счет сокращения потребности в теплоте для отопления помещений.
4. **Промывка трубопроводов и стояков системы отопления.** Данное мероприятие необходимо для очистки системы отопления от накопившихся загрязнений, которые препятствуют току энергоносителя (горячей воды) в системе. При накоплении больших засоров в радиаторах, коэффициент полезного действия радиаторов снижаться до двух раз. При такой работе использование энергоносителя будет не эффективным. Поэтому данное мероприятие предполагает рациональное использование тепловой энергии в системе отопления.
5. **Установка регулировочных клапанов** с возможностью предварительной настройки на стояки и отопительные элементы, обеспечивает требуемое распределение потока носителя по системе.
6. **Замена ламп накаливания на энергосберегающие.** Стоимость энергосберегающих ламп значительно превосходит стоимость обычных ламп накаливания, однако со временем она все равно окупается. Главным преимуществом энергосберегающих ламп считается их

высокая световая отдача, превышающая тот же показатель ламп накаливания в несколько раз. Другими несомненным преимуществом энергосберегающих ламп является их срок службы, возможность выбора цвета свечения, незначительное тепловыделение и т.д.

7. **Повышение квалификации персонала по вопросам энергосбережения.** Оно должно носить непрерывный характер и складываться из различных форм профессионального образования: краткосрочного (на предприятии или в образовательных учреждениях продолжительностью до трех недель и не реже одного раза в год) и длительного обучения (в образовательных учреждениях продолжительностью не менее 72 часов и не реже одного раза в пять лет).

4. Подготовка кадров и повышение квалификации специалистов в сфере энергоаудита

В настоящий момент в России зарегистрировано более сотни саморегулируемых организаций, объединяющих несколько тысяч компаний, занимающихся энергоаудитом [5]. Тем не менее, ощущается нехватка квалифицированных кадров и методик для проведения энергетических обследований. Это связано с небольшим опытом работы, а также отсутствием профильного образования у части сотрудников. Решить проблему подготовки профессиональных кадров для проведения энергоаудита пытаются многие учебные заведения нашей страны.

Так, например, Инженерно-строительный институт Санкт-Петербургского государственного политехнического университета предлагает следующие программы в этом направлении:

1. **Международная магистерская программа на английском языке «Энергоэффективные и функциональные здания»** (Energy Efficiency and Sustainable Building). В ходе обучения студенты получают знания, умения и навыки в области проектирования, строительства и эксплуатации энергоэффективных зданий и сооружений.
2. **Курсы повышения квалификации по программе «Проведение энергетических обследований с целью повышения энергетической эффективности и энергосбережения»** (для специалистов, уже имеющих высшее образование). В ходе обучения слушателей знакомят с нормативно-правовой базой в сфере энергоаудита, современными энергосберегающими технологиями, методологией проведения энергетических обследований и разработкой энергетического паспорта, с инструментальным обеспечением энергоаудита, затрагивают экономические вопросы.

5. Основные результаты и выводы

В работе описаны основные этапы проведения энергоаудита, проведен анализ результатов энергетических обследований бюджетных учреждений (на примере детских садов г.Твери), предложены возможные пути энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

Отдельное внимание уделено подготовке кадров и повышению квалификации специалистов в сфере энергоаудита.

Таким образом, правильно организованный аудит - основа энергосбережения и обязательная его часть. Невозможно бороться с потерями, не имея точного представления о том, где именно и в каких масштабах они происходят. Именно поэтому энергетические обследования необходимо проводить регулярно.

Литература

- [1]. Борисова Ю. Обучение энергоэффективности - это ключевая задача // Кто строит в Петербурге, №13(112), 2013. 14 с.
- [2]. Вагин Г.Я., Солнцев О.Е. К вопросу о расчете нормативов потребления электрической энергии объектами бюджетной сферы // Энергосбережение и водоподготовка. 2008. № 6. С. 70-74.
- [3]. Ватин Н.И., Горшков А.С., Немова Д.В. Энергоэффективность ограждающих конструкций при капитальном ремонте. Строительство уникальных зданий и сооружений. 2013. № 3 (8). С. 1-11.
- [4]. Ватин Н.И., Немова Д.В. Повышение энергоэффективности зданий детских садов // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2012. №3. с.52-76.
- [5]. Зайнутдинова Л.Х. Управление энергосбережением бюджетных образовательных учреждений // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2012. №1. - с. 164-171.
- [6]. Ибрашева Л.Р., Шекурова М.М. Государственное регулирование энергоаудита: отечественный и зарубежный опыт // Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16. № 3. С. 281-287.
- [7]. Лапушинская Г.К. Энергосбережение и энергетическая эффективность в школе // Народное образование. 2012. № 10. С. 156-164.
- [8]. Немова Д.В. Энергоэффективные технологии в ограждающих конструкциях // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2012. № 3. С. 78-82.
- [9]. Особенности энергетических обследований объектов бюджетной сферы Москвы: [электронный ресурс] URL: http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=5193 (дата обращения: 01.06.2014).
- [10]. Пичугин И.Л. Роль энергоаудита при разработке энергосберегающих мероприятий в бюджетных организациях // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2012. Т. 38. № 5. С. 151-154.
- [11]. Семенова Э.Е., Амирханян Л.С. Энергетический паспорт здания – способ повышения энергоэффективности // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2012. № 1. С. 186-189.
- [12]. Федеральный закон от 23.11.2009 N 261-ФЗ (ред. от 28.12.2013) "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" (с изм. и доп., вступ. в силу с 10.01.2014)
- [13]. Энергоаудит – первый шаг к экономии // Сантехника, отопление, кондиционирование. 2010. № 6. С. 88-89.
- [14]. Якубсон В.М. День финского энергоаудита в России // Инженерно-строительный журнал. 2009. № 7. С. 2-3.
- [15]. Якубсон В.М. Энергоаудит зданий и промышленных предприятий // Инженерно-строительный журнал. 2011. № 5. С. 2.
- [16]. Якубсон В.М. Энергосберегающие решения в строительстве // Инженерно-строительный журнал. 2010. № 6. С. 2-3.
- [17]. Якубсон В.М. Эффективные инженерные системы // Инженерно-строительный журнал. 2010. № 3. С. 3.
- [18]. Bukhartsev V.N., Petrichenko M.R., Condition of mechanical-energy balance of an integral flow with a variable rate (2001) Power Technology and Engineering. 35 (4) pp. 189-194.
- [19]. Bukhartsev V.N., Petrichenko M.R., Nonsteady filtration in a uniform soil mass (2012) Power Technology and Engineering. 46 (3) Pp. 1-3.
- [20]. Bukhartsev V.N., Petrichenko M.R., Problem of filtration in a uniform rectangular soil mass is solved by variational principles (2012) Power Technology and Engineering. 46 (3) pp. 1-5.
- [21]. Johannes Reichla, Andrea Kollmann. The baseline in bottom-up energy efficiency and saving calculations - A concept for its formalization and a discussion of relevant options (2011) Applied Energy. Vol. 88, Issue 2. Pp. 422–431.
- [22]. Na Na Kanga, Sung Heui Choa, Jeong Tai Kimb. The energy-saving effects of apartment residents' awareness and behavior (2012) Energy and Buildings. Vol. 46. Pp. 112–122.
- [23]. Nemova D., Murgul V., Pukhkal V., Golik A., Chizhov E., Vatin N. Reconstruction of administrative buildings of the 70's: The possibility of energy modernization (2014) Journal of applied engineering science, Vol. 12. No 1. pp. 37-44.

- [24]. Petrichenko M.R., Convective heat and mass transfer in combustion chambers of piston engines. Basic results, Heat transfer (1991) Soviet research. 23 (5) pp. 703-715.
- [25]. Petrichenko M.R., Kanishchev A.B., Zakharov L.A., Kandakzhi B., Some principles of combustion of homogeneous fuel-air mixtures in the cylinder of an internal combustion engine (1990) Journal of Engineering Physics. 59(6) pp. 1539-1544.
- [26]. Petrichenko M.R., Mezheritskii A.D., Options in the quasi-stationary method of designing-pulse turbines for supercharging internal combustion engine systems (1989) Soviet energy technology. 5. pp. 13-17.
- [27]. Petrichenko M.R., Nonsteady filtration in a uniform soil mass (2012) Power Technology and Engineering. 46 (3) pp. 198-200.
- [28]. Petrichenko M.R., Shabanov A.Yu., Hydrodynamics of oil film under internal combustion engine piston rings (1985) Trudy LPI. 411 pp.38-42.
- [29]. Raymond C. Bryant. Managing Energy for Buildings (1983) Government Inst. 807 p.
- [30]. Richard R. Vaillencourt. Simple Solutions to Energy Calculations (2007) Fourth Edition. Fairmont Press. 225 p.
- [31]. Vatin N.I., Gorshkov A.S., Nemova D.V., Staritsyna A.A., Tarasova D.S. The energy-efficient heat insulation thickness for systems of hinged ventilated facades (2014) Advanced Materials Re-search. Vols. 941-944. pp. 905-920.
- [32]. Wei Li, Jinzhong Zhu, Zhimin Zhu. The Energy-saving Benefit Evaluation Methods of the Grid Construction Project Based on Life Cycle Cost Theor (2012) Energy Procedia. Vol. 17, Part A. Pp. 227–232.
- [33]. Xinhong Zhaoa, Congyu Mab, Pingdao Gub. Energy Saving Methods and Results Analysis in the Hotel (2012) Energy Procedia. Vol.14. Pp. 1523–1527.

Energy audit of kindergartens to improve energy efficiency

N.I. Vatin¹, O.S. Gamayunova², D.V. Nemova³

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

ARTICLE INFO

Original research article

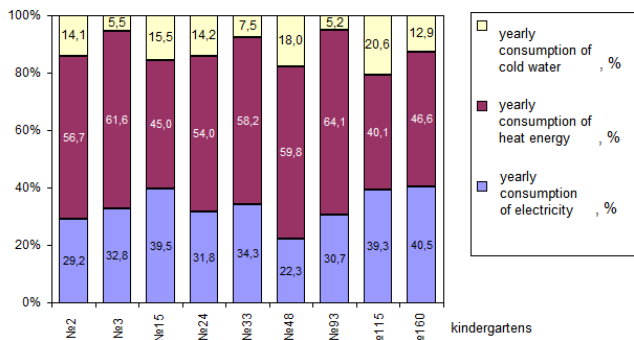
Article history

Received 10 June 2014
Accepted 2 September 2014

Keywords

energy audit,
energy efficiency,
energy saving,
efficiency indices,
building energy saving,
kindergarten

ABSTRACT



The analysis of power inspections' results and possible solutions of energy saving and increase of power efficiency of budgetary organizations (kindergartens) taking into account feature of these objects and justification of their economic efficiency is given in article. Consumption data of electricity and heat, and cold water was compared in this article. The activities of kindergartens with the highest and lowest amount of thermal energy were examined. The basic potential for savings in the consumption of fuel and energy resources was described. Authors offered typical energy conservation and energy efficiency measures based on the analysis of energy performance certificate of kindergartens of Tver city. Special attention is paid to the training and professional development in the field of energy audit.

² Corresponding author:

+ 7 (905) 201 0191, gamayunova@inbox.ru (Olga Sergeevna Gamayunova, Senior lecturer)

¹ + 7 (921) 964 3762, vatin@mail.ru (Nikolay Ivanovich Vatin, D.Sc., Professor, Director of Civil Engineering Institute)

³ + 7 (921) 890 0267, darya.nemova@gmail.com (Darya Victorovna Nemova, Engineer, Assistant)

References

- [1]. Borisova Yu. *Obucheniye energoeffektivnosti - eto klyuchevaya zadacha* [Education energy efficiency - a key objective] (2013) *Kto stroit v Peterburge*, Vol. 13(112), 14 p. (rus)
- [2]. Vagin G.Ya., Solntsev O.Ye. *K voprosu o raschete normativov potrebleniya elektricheskoy energii obyektami byudzhethnoy sfery* [The question of calculating the ratios of electric energy consumption of public sector entities] (2008) *Energoberezheniye i vodopodgotovka*. Vol. 6. Pp. 70-74. (rus)
- [3]. Vatin N. I., Gorshkov A. S., Nemova D. V. Energy efficiency of envelopes at major repairs (2013) *Construction of Unique Buildings and Structures*. 3 (8). Pp. 1-11. (rus)
- [4]. Vatin N.I., Nemova D.V. Increase of power efficiency of buildings of kindergartens (2012) *Construction of Unique Buildings and Structures*. Vol. 3. Pp.52-76. (rus)
- [5]. Zaynutdinova L.Kh. *Upravleniye energoberezheniem byudzhethnykh obrazovatelnykh uchrezhdeniy* [Power management budget educational institutions] (2012) *Prikaspiyskiy zhurnal: upravleniye i vysokiye tekhnologii*. Vol. 1. Pp. 164-171. (rus)
- [6]. Ibrasheva L.R., Shekurova M.M. *Gosudarstvennoye regulirovaniye energoaudita: oteche-stvennyy i zarubezhnyy opyt* [State regulation of the energy audit: domestic and foreign experience] (2013) *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta*. Vol. 16. Issue 3. Pp. 281-287. (rus)
- [7]. Lapushinskaya G.K. *Energoberezheniye i energeticheskaya effektivnost v shkole* [Energy conservation and energy efficiency in school] (2012) *Narodnoye obrazovaniye*. Issue 10. Pp. 156-164.. (rus)
- [8]. Nemova D.V. Power effective technologies of external envelopes (2012) *Construction of Unique Buildings and Structures*. Vol. 3. Pp. 78-82. (rus)
- [9]. Features energy audit of the public sector in Moscow: [web source] URL: http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=5193 (date of reference: 01.06.2014).
- [10]. Pichugin I.L. *Rol energoaudita pri razrabotke energoberegayushchikh meropriyatiy v byudzhethnykh organizatsiyakh* [The role of energy audits in the development of energy saving measures in public buildings] (2012) *Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. Vol. 38. Issue 5. Pp. 151-154. (rus)
- [11]. Semenova E.Ye., Amirkhanyan L.S. *Energeticheskiy pasport zdaniya – sposob povysheniya energoeffektivnosti* [Energy performance certificate of the building - a way to improve energy efficiency] (2012) *Nauchnyy vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Vysokiye tekhnologii. Ekologiya*. Vol. 1. Pp. 186-189. (rus)
- [12]. Federal Law of 23.11.2009 N 261-FZ (as amended. From 28.12.2013) "On energy saving and energy efficiency improvements and on Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation" (rus)
- [13]. *Energoaudit – pervyy shag k ekonomii* [Energy audit - the first step to saving] (2010) *Santekhnika, otopleniye, konditsionirovaniye*. Issue 6. Pp. 88-89. (rus)
- [14]. Yakubson V.M. The day of Finnish energy audit in Russia (2009) *Magazine of Civil Engineering*. Issue 7. Pp. 2-3. (rus)
- [15]. Yakubson V.M. Energy audit of buildings and erections (2011) *Magazine of Civil Engineering*. Issue 5. 2 p. (rus)
- [16]. Yakubson V.M. Energy saving solutions for civil engineering (2010) *Magazine of Civil Engineering*. Issue 6. Pp. 2-3. (rus)
- [17]. Yakubson V.M. Effective building systems (2010) *Magazine of Civil Engineering*. Issue 3. Pp. 3. (rus)
- [18]. Bukhartsev V.N., Petrichenko M.R., Condition of mechanical-energy balance of an integral flow with a variable rate (2001) *Power Technology and Engineering*. 35 (4) pp. 189-194.
- [19]. Bukhartsev V.N., Petrichenko M.R., Nonsteady filtration in a uniform soil mass (2012) *Power Technology and Engineering*. 46 (3) Pp. 1-3.
- [20]. Bukhartsev V.N., Petrichenko M.R., Problem of filtration in a uniform rectangular soil mass is solved by variational principles (2012) *Power Technology and Engineering*. 46 (3) pp. 1-5.
- [21]. Johannes Reichla, Andrea Kollmann. The baseline in bottom-up energy efficiency and saving calculations - A concept for its formalization and a discussion of relevant options (2011) *Applied Energy*. Vol. 88, Issue 2. Pp. 422–431.
- [22]. Na Na Kanga, Sung Heui Choa, Jeong Tai Kimb. The energy-saving effects of apartment residents' awareness and behavior (2012) *Energy and Buildings*. Vol. 46. Pp. 112–122.

- [23]. Nemova D., Murgul V., Pukhkal V., Golik A., Chizhov E., Vatin N. Reconstruction of administrative buildings of the 70's: The possibility of energy modernization (2014) Journal of applied engineering science, Vol. 12. No 1. pp. 37-44.
- [24]. Petrichenko M.R., Convective heat and mass transfer in combustion chambers of piston engines. Basic results, Heat transfer (1991) Soviet research. 23 (5) pp. 703-715.
- [25]. Petrichenko M.R., Kanishchev A.B., Zakharov L.A., Kandakzhi B., Some principles of combustion of homogeneous fuel-air mixtures in the cylinder of an internal combustion engine (1990) Journal of Engineering Physics. 59(6) pp. 1539-1544.
- [26]. Petrichenko M.R., Mezheritskii A.D., Options in the quasi-stationary method of designing-pulse turbines for supercharging internal combustion engine systems (1989) Soviet energy technology. 5. pp. 13-17.
- [27]. Petrichenko M.R., Nonsteady filtration in a uniform soil mass (2012) Power Technology and Engineering. 46 (3) pp. 198-200.
- [28]. Petrichenko M.R., Shabanov A.Yu., Hydrodynamics of oil film under internal combustion engine piston rings (1985) Trudy LPI. 411 pp.38-42.
- [29]. Raymond C. Bryant. Managing Energy for Buildings (1983) Government Inst. 807 p.
- [30]. Richard R. Vaillencourt. Simple Solutions to Energy Calculations (2007) Fourth Edition. Fairmont Press. 225 p.
- [31]. Vatin N.I., Gorshkov A.S., Nemova D.V., Staritsyna A.A., Tarasova D.S. The energy-efficient heat insulation thickness for systems of hinged ventilated facades (2014) Advanced Materials Re-search. Vols. 941-944. pp. 905-920.
- [32]. Wei Li, Jinzhong Zhu, Zhimin Zhu. The Energy-saving Benefit Evaluation Methods of the Grid Construction Project Based on Life Cycle Cost Theor (2012) Energy Procedia. Vol. 17, Part A. Pp. 227–232.
- [33]. Xinhong Zhaoa, Congyu Mab, Pingdao Gub. Energy Saving Methods and Results Analysis in the Hotel (2012) Energy Procedia. Vol.14. Pp. 1523–1527.