

VII ГОРОДСКАЯ ОТКРЫТАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
АКАДЕМИИ ЮНЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ

Направление: **«Юность. Наука. Познание»**

Секция: **«Экономика и общество»**

Название работы: **«Экономическая эффективность от внедрения в школе мероприятия «Монтаж теплоотражающих конструкций за радиаторами отопления».**

Авторы работы:

Пазенко Анастасия Дмитриевна,
Минаев Савелий Денисович,
учащиеся 10а класса МОУ СОШ № 12.

Место выполнения работы:

МОУ СОШ № 12 г. Волгодонск.

Научные руководители:

Андреева Светлана Геннадиевна, учитель
технологии и информатики,
Шубина Наталья Григорьевна, учитель ОБЖ.

2015 г.

Оглавление

1. Введение	3
2. Потребление энергоресурсов в школе	5
Энергетический паспорт школы	5
Теплосбережение	5
Мероприятия по экономии тепловой энергии	6
3. Методика исследования	8
Монтаж теплоотражающих экранов в кабинете информатики	8
Экономическая эффективность установки теплоотражательного экрана	9
Методики расчёта эффективности мероприятия и оценки срока окупаемости мероприятия	9
Сравнительный анализ полученных результатов	10
4. Заключение	11
5. Литература	12

Приложение

Введение

Не выбрасывайте свои деньги на улицу!

Современные технологии капитального строительства постоянно совершенствуются. Причина их совершенствования - это стремление к созданию наиболее комфортных условий для жизнедеятельности человека, экономии энергетических ресурсов и сохранению окружающей среды.

Энергосбережение – это не только сбережение энергоресурсов, но и их рациональное использование. А что мы знаем о энергосбережении? Знают ли простые потребители насколько важно и необходимо рационально использовать энергоресурсы, как в быту, так и в учреждениях, какие достоинства современных энергосберегающих технологий и мероприятий существуют сегодня?

Эта тема показалась нам достаточно актуальной на сегодняшний день. Ведь по мировой статистике каждый вложенный рубль в энергосбережение и повышение энергетической эффективности дает эффект от 2,5 до 4 рублей годовых.

В нашей стране принят Федеральный закон РФ (от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ) "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», есть государственная программа РФ «Энергоэффективность и развитие энергетики», утвержденная в 2013 году № 512-р [1]. Существует специальный сайт по пропаганде энергосбережения (<http://gisee.ru/>). Вопросы энергосбережения являются актуальными и требующими решения и для нашей школы, так как бюджетная сфера является одним из крупнейших потребителей энергетических ресурсов, расходующим значительную часть бюджетных средств на их оплату. Повышение энергетической эффективности в школе обусловлено, во-первых, исполнением ФЗ №261 «Об энергосбережении...», во-вторых, снижением расходов на оплату потребления энергетических ресурсов и повышение имиджа школы, как энергоэффективного.

Нам захотелось узнать, как в школе экономят энергию? А чем мы, учащиеся, можем помочь нашей родной школе? Проблема объемная, поэтому мы остановились на теплосбережении в отопительный период.

Цель исследования: показать, что простым способом можно эффективно сберечь тепло в помещении и сэкономить денежные средства.

Объектом исследования является: теплозащитные экраны для радиаторов отопления, установленные в кабинете информатики.

Предметом исследования является: теплосбережение в МОУ СОШ № 12.

Гипотеза: если провести монтаж теплоотражающего экрана за радиаторами отопления в кабинете информатики, то температура воздуха в помещении повысится, что может уменьшить утечку тепла на улицу через стену сзади радиатора отопления. А экономические расчёты эффективности теплосбережения позволят оценить материальную выгоду данного мероприятия для школы.

Основные задачи исследования:

- найти информацию об энергосбережении и теплосберегающих технологиях;
- изучить «Энергетический паспорт» школы;
- смонтировать теплоотражающие экраны за радиаторы отопления в кабинете информатики.
- провести мониторинг теплового режима кабинета технологии до и после установки теплоотражающих экранов;
- провести сравнительный анализ по результатам мониторинга;
- привлечь учащихся и педагогов к деятельности по сокращению потребления энергии.

В своем исследовании мы пользовались такими методами, как: наблюдение, анализ источников информации, сравнение, практический опыт, анкетирование. В работе мы использовали различные информационные источники по теме.

Потребление энергоресурсов в школе

Энергетический паспорт школы

В соответствии с Федеральным законом №261-ФЗ «Об энергосбережении...» бюджетные учреждения должны:

- 1) снизить объем потребления энергетических ресурсов.
- 2) организовать учет потребления энергетических ресурсов.
- 3) организовать проведение энергетического обследования.

В срок до 31 декабря 2012 года бюджетные организации обязаны провести энергетическое обследование, с последующей периодичностью 5 лет. На основе данных энергетического обследования составляется энергетический паспорт и программа энергосбережения с перечнем мероприятий, направленных на повышение энергетической эффективности потребления энергоресурсов. В настоящий момент все бюджетные учреждения РФ должны быть обеспечены приборами учета воды, газа, тепла, электроэнергии. С 2010 года бюджетные организации должны обеспечить ежегодное снижение потребления энергоресурсов не менее чем на 3% [6].

В 2012 году по результатам обязательного энергетического обследования был составлен Энергетический паспорт школы, в котором есть сведения об учреждении и потреблении тепловой энергии, а в итоговом отчете были даны рекомендации по внедрению мероприятий по энергосбережению.

Теплосбережение

В большинстве наших домов расходы энергии на отопление превышают аналогичные расходы в европейских странах с похожим климатом в 3-5 раз. По оценкам специалистов, традиционная белая батарея, отдает на 5-10% тепла меньше. Толстый слой краски также негативно сказывается на ее теплоотдаче. Стена за радиатором может нагреваться до 50°C. Обидно тратить столько тепла на разогрев кирпичей или бетонных плит, особенно если в квартире холодно. Преграды мешают тепловому воздуху равномерно распространяться по комнате и снижают теплоотдачу радиаторов на 20% [1]. Что же делать? Как сберечь тепло и деньги?

Из «Отчета по итогам обязательного энергетического обследования объекта МОУ СОШ № 12», который сделало ООО предприятие «Промтрансвагон», мы узнали, что здания нашей школы и мастерской отапливаются от электрических котлов, остальные – от ЦТП. Снабжение объекта тепловой энергией осуществляет ООО «ЛУКОЙЛ-ТТК» по договору № 135 29.12.2010. Стоимость услуг в 2011 году составила 1 087 руб./Гкал. В

отчете также приводятся сведения по потреблению топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) объектом обследования на отопление и ГВС в период с 2007 по 2011 годы [3]. Динамика потребления ТЭР по годам (в Гкал)¹ представлена на диаграммах 1-2 (См. Приложение 1.).

Увеличение тепловой энергии с 2008 года связано с естественный износом ограждающих конструкций [3]. С помощью тепловизора — устройства для наблюдения за распределением температуры исследуемой поверхности можно определить потери тепла. Распределение температуры отображается на дисплее (или в памяти) тепловизора как цветное поле. Тепловизорный анализ потерь тепловой энергии в школьном кабинете наглядно показывает потери тепла также и через радиаторы отопления (См. Приложение 1. Фото 1-2).

Одним из путей значительных потерь тепла в квартире, является утечка его через стену сзади радиатора отопления. На этот момент часто не обращают внимания во время работ по утеплению помещений. Это справедливо и когда используют старую систему отопления, так и после монтажа новой. Фактически наши батареи хорошо греют двор, поскольку часто в месте их установки стена имеет нишу и значительно тоньше чем в других местах. Теплопередача, которая возникает при значительной разнице температур снаружи и внутри, создаёт утечку тепла до 10-20%. Особенно это актуально, когда отсутствует наружная теплоизоляция стен пенополистирольными плитами. Мы можем сколько угодно изолировать окна и двери, а тепло от батарей будет тихо греть холодную стену [3].

Мероприятия по экономии тепловой энергии

Неэффективность работы системы отопления в школе связаны не только с использованием устаревшего элеваторного оборудования, но и неправильным расходом и распределением теплоносителя в системе. Мероприятия, описанные ниже, были рекомендованы при обследовании и являются экономически обоснованными только при наличии узла учета тепловой энергии. В школе ведется журнал учета тепловой энергии, в котором фиксируются показания приборов учета, температура подающая и обратная, время работы и расход тепловой энергии в Гкал. (См. Приложение 2. Фото 3-4).

Отопительные приборы в обычной практике устанавливают у наружных стен помещения. Работающий прибор активно нагревает участок стены, расположенный непосредственно за ним. Таким образом, температура этого участка значительно выше,

¹ 1 Гкал (гигакалория) = 109 кал = 4186,8 МДж. Калория — это количество тепла, необходимого для нагрева 1 г воды на 1 °С (от 19,5 до 20,5 °С).

чем остальная область стены, и может достигать 50°C. Вместо того, чтобы использовать все тепло для обогрева воздуха внутри помещения, радиатор усердно расходует тепло на обогрев холодных кирпичей или бетонных плит наружной стены здания.

Это является причиной увеличенных тепловых потерь. Если батарея установлена в нише, тепловые потери будут еще больше, поскольку тонкая задняя стенка ниши обладает еще более низким сопротивлением теплопередаче, чем целая стена.

Одним из эффективных и малозатратным мероприятием по экономии тепловой энергии является установка теплоотражающих экранов за приборами 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 % 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.

При наличии термостатического вентиля и приборов учёта тепловой энергии следствием установки будет экономия тепла. Сократив потери тепла с помощью установки теплоотражающего экрана, экономия энергии может составлять для конвекторов с кожухом в 2%, конвекторов без кожуха в 3%, стальных панельных радиаторов — в 4% от теплоотдачи прибора. Для повышения эффективности теплоотдачи рекомендуется красить радиаторы в темный цвет, поскольку темная поверхность отдает на 5-10 % тепла больше.

Монтаж теплоотражающих экранов за радиаторами отопления

В качестве теплоотражающих экранов используются материалы с низким коэффициентом теплопроводности (около 0,05 Вт/м·°С). Широкое распространение получили такие материалы, как фольгированные пенофол или порилекс. Обычная фольга в таких целях будет работать неэффективно, поскольку фольга после нагревания передаст тепло ограждающим конструкциям. Поэтому между фольгой и стеной должна обязательно быть прослойка из материала с низкой теплопроводностью и небольшой толщиной. Именно все эти свойства сочетаются в таких материалах как Порилекс с фольгой или Пенофол. Рекомендуемая толщина изоляции 3-5мм. Отражающий слой должен быть обращен в сторону источника тепла. Теплоизоляцию желательно располагать ближе к наружной поверхности стены.

Типовая схема установки теплоотражающего экрана представлена на Рис. 1. (См. Приложение 2. Рис 1.). Можно прикрепить его к стене с помощью обычного двустороннего скотча, или с помощью степлера – к деревянной рейке. Размер экрана должен несколько превосходить проекцию прибора на участок стены. Пенофол можно купить с клеевым покрытием или без него. (См. Приложение 2. Фото 5-6).

За счёт установки теплоотражающего экрана достигается снижение лучистого теплового потока, нагревающего наружную стену в месте за радиатором. Установка подобных отражателей является малозатратным способом экономии энергии с низким сроком окупаемости (около 1-2 лет) [7].

Методика исследования

Проблема энергосбережения весьма объемная, поэтому мы остановились на теплосбережении в отопительный период. Данное исследование проводилось с декабря 2012 по февраль 2014 года на базе МОУ СОШ № 12.

Чтобы провести свое исследование мы составили этапы работы:

- провести анкетирование учащихся, родителей, учителей по теме исследования (См. Приложение 1. Диаграмма 3. Таблица 1.);
- провести температурный мониторинг кабинета информатики и стены за радиаторами отопления в кабинете информатики до и после установки теплоотражающих экранов (См. Приложение 5. Таблица 2.);
- сравнить полученные данные мониторинга, проанализировать и сделать соответствующие выводы (См. Приложение 1. Таблица 3.);
- рассчитать экономическую эффективность мероприятия по установке экранов, используя рекомендуемые методики расчета (См. Приложение 6-7);
- подвести итоги работы.

Монтаж теплоотражающих экранов в кабинете информатики

Мы решили провести установку теплоотражателей за радиаторы отопления в кабинете информатики. Выбор сделали не случайно: это один из больших по площади кабинетов и прохладный. А как известно, температура помещения влияет на работу компьютерной техники. Средняя температура помещения в декабре составила 21°C. У нас есть еще одно помещение тоже достаточно прохладное – это кабинет бухгалтерии. Но, к сожалению, установка экранов оказалась невозможной из-за очень плотного прилегания самих радиаторов к стене. В данном случае может помочь только покраска радиаторов специальной теплоотражающей краской. В строительном магазине мы приобрели

теплоотражающий материал – пенофол по цене 65 руб. за погонный метр. Пенофол нетоксичен и негорюч, соответствует нормам санитарной и пожарной безопасности и рекомендован в качестве теплоотражателя.

Этапы монтажа

1. Рассчитать параметры экрана. Для этого измерить длину и ширину радиатора.

Пример: $l_p=92\text{ см}$, $h_p=50\text{ см}$.

2. Рассчитать размеры теплоотражающего экрана. Для этого прибавить по 4 см с каждой стороны. Пример: $l_3=100\text{ см}$, $h_3=58\text{ см}$.

3. Вырезать из пенофола с клеевым покрытием экран размером $100\times 58\text{ см}$.

4. Примерить, сделать надрезы в местах крепления радиатора.

5. Удалить защитную пленку и приклеить к стене за радиатор отопления. Если брать пенофол без клеевого покрытия, то наносить клей точно по всей поверхности экрана.

Результат: монтаж получился достаточно аккуратным и не портит общий вид кабинета (См. Приложение 3. Фото 7-12).

Экономическая эффективность установки теплоотражательного экрана

После монтажа экранов мы решили провести расчеты, чтобы узнать экономическую эффективность данного мероприятия в нашей школе. В таблице 2 (См. Приложение 5) представлены укрупненные расчеты эффективности установки теплоотражающих экранов в нашей школе, которые выполнило и отразило в своем отчете ООО предприятие «Промтрансвагон». Мы решили сравнить эти данные с нашими расчетами после установки теплоотражателей в кабинете информатики. В работе использовали рекомендуемые методики расчетов.

Методики расчёта эффективности мероприятия и оценки срока окупаемости мероприятия

Специалистами по энергосбережению разработаны методики расчета эффективности мероприятия в одном помещении и в здании. В отчете даны рекомендации по использованию таких методик [3]. Для учебных целей, даже на уроках математики или информатики можно воспользоваться расчетами, которые даны в учебнике Н.И. Данилова «Основы энергосбережения» [4]. Мы произвели расчеты на 1 помещение (кабинет информатики) и получили следующие данные: потери тепла через наружную стену – **0,342** кВт; сэкономленное тепло – **0,138** Гкал; годовая экономия за отопительный период в денежном выражении - **210,8** руб. (См. Приложение 6).

Для целей обучения мы рассчитали простой срок окупаемости при реализации мероприятия «Монтаж теплоотражающих конструкций за радиаторами отопления». Срок окупаемости – период времени, необходимый для того, чтобы доходы, генерируемые инвестициями, покрыли затраты на инвестиции. В одном помещении за отопительный период достигается экономия в размере **210,8** руб. Объем инвестиций в данное мероприятие составил **195** руб. Из приведенного расчета (См. Приложение 7.) срок окупаемости мероприятия за время отопительного периода составил **0,93** года.

При расчетах использовали новый тариф 2015 г. на тепловую энергию и электронным калькулятором перевода единиц [5, 8].

Сравнительный анализ полученных результатов

До установки теплоотражающих экранов мы фиксировали температуру помещения в кабинете информатики и стены за радиаторами. Температура воздуха в помещении в среднем значении в декабре была 20-21°C. А то тактильному ощущению стена за радиатором была достаточно теплой на ощупь.

После установки экранов мы также провели наблюдение за температурой помещения и участком стены за радиатором. Результаты показали, что температура воздуха в помещении в среднем значении выросла на 0,5-2,0°C. А то тактильному ощущению стена за радиатором стала холодной (См. Приложение 5. Таблица 2).

Следовательно, можем сделать **вывод**, что действительно, экран из пенофола отражает тепло, исходимое от радиатора и не дает ему уйти через стену. По результатам сравнительного анализа всех данных мы составили таблицу «Расчеты эффективности установки теплоотражающих экранов в МОУ СОШ № 12» (См. Приложение 5. Таблица 3.). Наши значения оказались ниже отчетных, но более реальные.

Мы рассказали о результатах исследования директору, заместителю директора по АХЧ, учителям, ребятам. Наша работа была одобрена. Принято решение установить такие экраны в других кабинетах.

В конце своего исследования провели опрос респондентов, и поинтересовались, хотели бы они установить теплоотражающие экраны у себя в классе или дома. (См. Приложение 4, диаграммы 6-7). Также мы провели классный час для одноклассников на тему «Теплосбережение», рассказали о новом способе теплосбережения, а учащиеся 1а класса выполняли мини-проекты на тему «Бережем тепло» (См. Приложение 8. Фото 13-14). Многие заинтересовались, а учитель русского языка по нашему совету уже установила у себя дома такие экраны-отражатели (См. приложение 9. Фото 15.).

Заключение

Углубившись в выбранную нами актуальную тему, и расширив свои знания, мы поняли, что можно сэкономить тепловую энергию и денежные средства. А еще, что можно своими силами утеплить свой дом.

Исследовав данную тему, мы можем сделать следующие выводы:

- установка теплоотражающих экранов позволяет повысить температуру воздуха в школьных кабинетах на 1-2°C.
- с помощью теплоотражающего экрана можно сберечь тепло в помещении и сэкономить денежные средства.
- монтаж экранов можно осуществить своими силами, а материал вполне доступный по цене.
- экономические расчёты эффективности теплосбережения позволили оценить материальную выгоду данного мероприятия для школы, которая может составлять для одного кабинета в размере 210 рублей.
- окупаемость данного мероприятия по монтажу составляет менее одного года.
- область применения теплоотражающих экранов: жилой фонд, офисы, административные помещения, в том числе в бюджетной сфере.

Наша работа вызвала интерес не только у учащихся, но и у взрослых.

Исследовательская работа «Экономическая эффективность от внедрения в школе мероприятия «Монтаж теплоотражающих конструкций за радиаторами отопления» носит прикладной характер, так как полученные знания о теплосбережении, необходимы для экономии тепловой энергии в школе и дома.

Опрос учащихся, учителей и родителей показал, что многим понравилась идея теплосбережения с помощью простой и доступной технологии, и они хотели бы попробовать сделать подобное у себя дома. Некоторые уже установили теплоотражающую пленку за радиаторами отопления у себя дома.

Это позволяет нам убедиться в том, что цель, которую мы ставили в начале работы, достигнута.

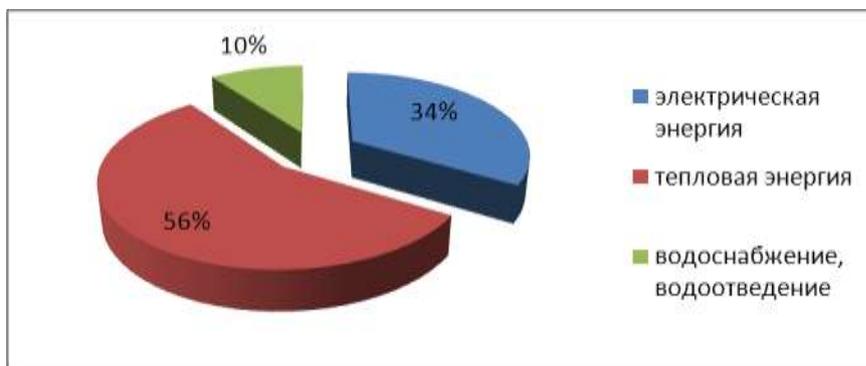
Литература

1. Методические рекомендации по пропаганде и популяризации энергосбережения в бюджетной сфере. Составитель доктор экономических наук, профессор НИТУ «МИСиС» Е.Е. Кузьмина. Москва, 2014
2. Энергетический паспорт МОУ СОШ № 12 г. Волгодонска, 2012
3. «Отчет по итогам обязательного энергетического обследования объекта МОУ СОШ № 12». ООО предприятие «Промтрансвагон», 2012
4. Данилов Н.И. Основы энергосбережения. Учебник для студентов вузов. Екатеринбург, 2006
5. Постановление РСТ по РО от 17.12.2014 № 83/8 "Об установлении тарифов на тепловую энергию, поставляемую ООО "Волгодонские тепловые сети" потребителям, другим теплоснабжающим организациям города Волгодонска, на 2015 год".
6. Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://gisee.ru/>
7. Как правильно монтировать теплоотражающий экран за батареей. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://santehkrug.ru/kak-pravilno-montirovat-teplotrazhayushhij-ekran-za-batareej.html>
8. Перевод единиц мощности. Электронный ресурс. Режим доступа: http://www.vinser-audit.ru/power_calc

Приложение 1.

Потребление энергоносителей за обследованный период 2007-2011 гг. в денежном эквиваленте

Диаграмма 1



Динамика потребления ТЭР по годам (в Гкал)

Диаграмма 2



Тепловизорный анализ потерь тепловой энергии

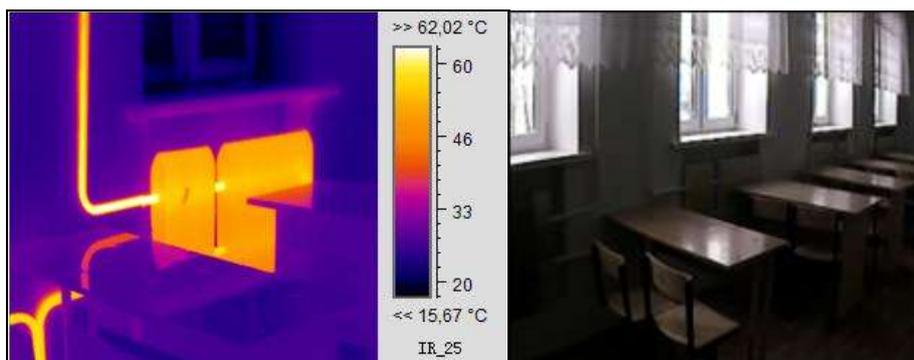


Фото 1-2. Тепловизорный анализ потерь тепловой энергии в школьном кабинете.

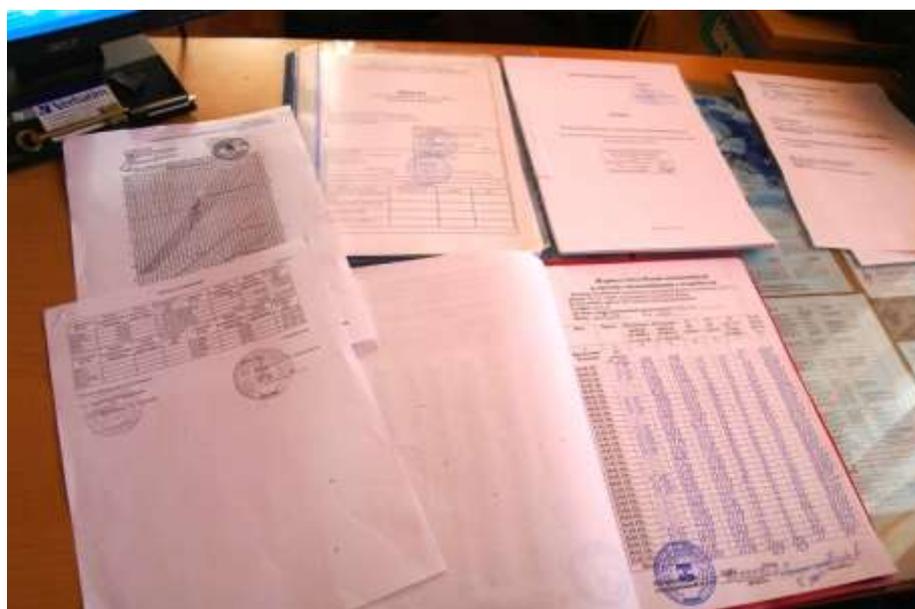


Фото 3-4. Документы по теплосбережению МОУ СОШ № 12.

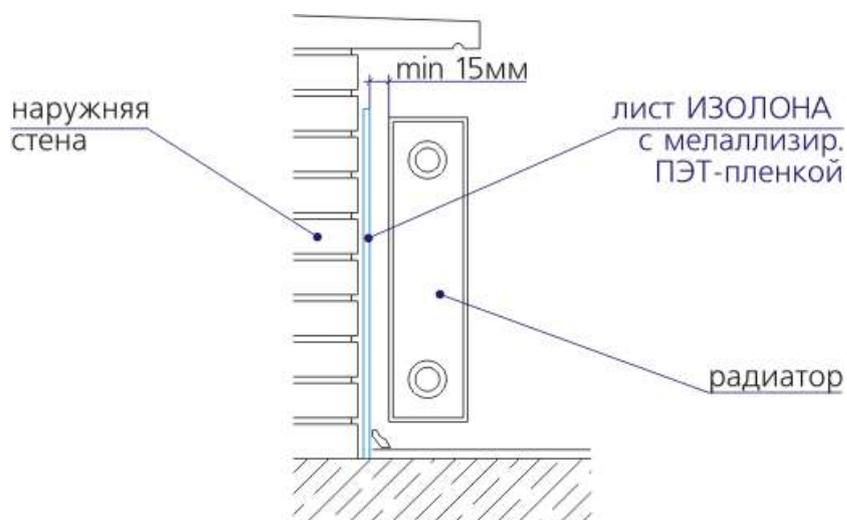


Рис. 1. Типовая схема установки теплоотражающего экрана.



Фото 5-6. Пенофол можно купить с клеевым покрытием или без него.

Монтаж теплоотражающих экранов в кабинете информатики



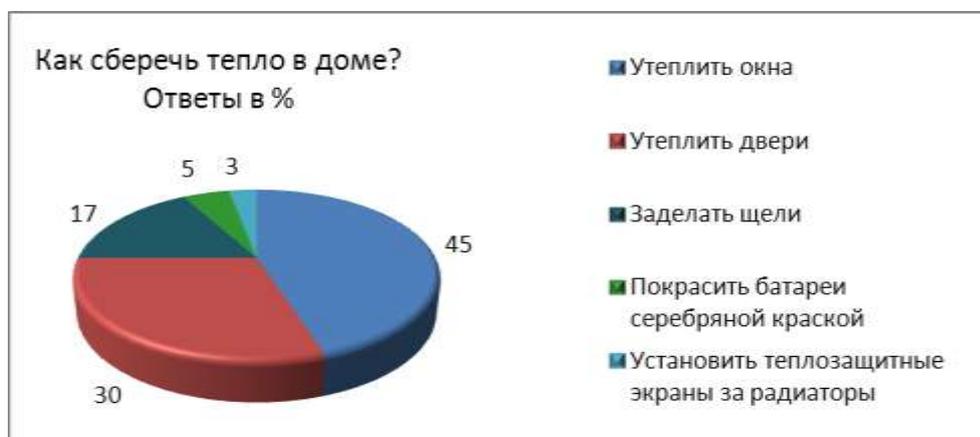
Фото 7-12. Пример установки теплоотражающего экрана.

Приложение 4.

Диаграмма 3.

Опрос учащихся 7-10 классов, родителей, учителей

(всего участвовало в опросе 100 человек)

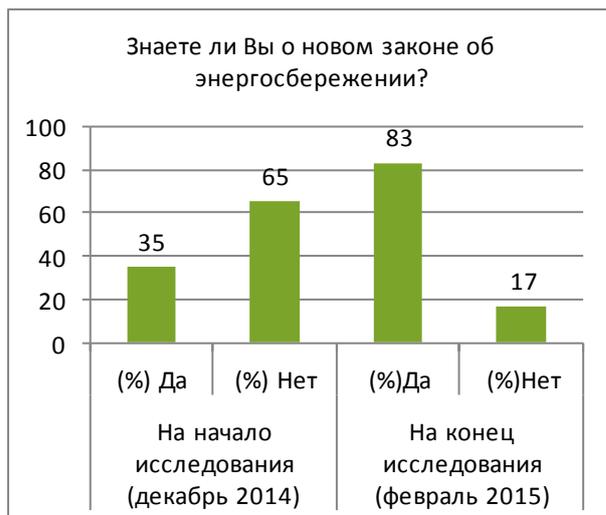


Анкетирование учащихся 7-10 классов, родителей, учителей

Таблица 1.

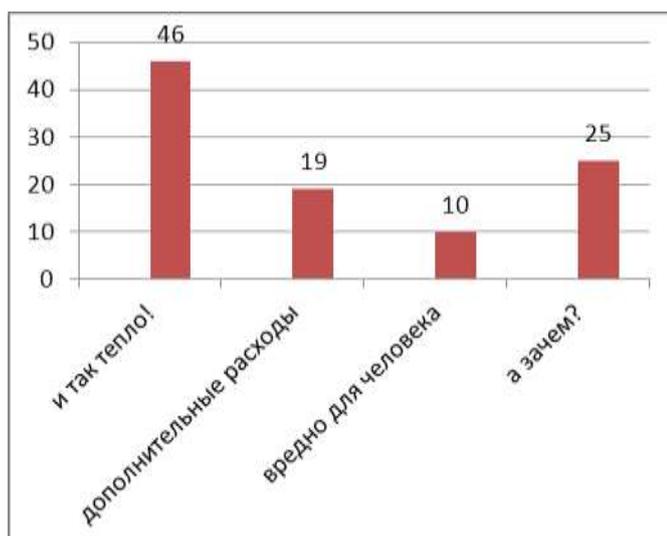
Вопросы	На начало исследования (декабрь 2014)	На конец исследования (февраль 2015)
	Кол-во ответов (%) Да/Нет	Кол-во ответов (%) Да/Нет
Знаете ли Вы о новом законе об энергосбережении?	35/65	83/17
Установлены ли у Вас дома теплоотражающие экраны за радиаторами отопления или окрашены радиаторы теплоотражающей краской? Если нет, то почему?	15/85	22/78
– и так тепло!	46	
– дополнительные расходы	19	
– вредно для человека	10	
– а зачем?	25	
Хотели ли бы Вы установить теплоотражающие экраны за радиаторами отопления в классе или дома?	36/64	55/45
Всего опрошено (учащиеся 7-10 классов, родители, учителя)	100 человек	

Диаграммы 4-5.



Диаграммы 6-7.

Если у Вас дома не установлены теплоотражающие экраны за радиаторами отопления или не окрашены радиаторы теплоотражающей краской, то почему?



Приложение 5.

Таблица 2.

Температурный мониторинг кабинета информатики до и после установки теплоотражающих экранов

Дата	До проведения монтажа теплоотражательных экранов		Дата	После монтажа теплоотражательных экранов	
	Дневная температура воздуха на улице, °С	Температура воздуха в кабинете, °С		Дневная температура воздуха на улице, °С	Температура воздуха в кабинете, °С
08.12.2014	-1	20	12.01.2015	-1	21
09.12.2014	+2	21	13.01.2015	0	22
10.12.2014	+3	22	14.01.2015	-4	21
11.12.2014	+2	21	15.01.2015	+1	23
12.12.2014	+5	23	16.01.2015	-2	22
15.12.2014	+1	21	19.01.2015	-3	22,5
16.12.2014	+1	21	20.01.2015	+1	24
17.12.2014	-1	20	21.01.2015	0	22
18.12.2014	+1	21	22.01.2015	-3	21,5
19.12.2014	0	20	23.01.2015	-5	21
Сред. знач.	1,3	21	Сред. знач.	-1,6	22

Таблица 3.

Расчеты эффективности установки теплоотражающих экранов в МОУ СОШ № 12

Показатели	Данные предприятия ООО «Промтрансвагон»	Полученные данные в ходе исследования
Количество отопительных приборов, шт.	84	84
Количество отопительных приборов, на которых возможна установка теплоотражающих экранов, шт.		50
Площадь (сред. знач.) 1 отопительного прибора, кв.м	1	от 0,2 до 0,7
Площадь (сред. знач.) 1 отопительного прибора, кв.м фактическая		0,5
Общая площадь экранов, кв.м	84	84
Общая площадь экранов, кв.м, на которые возможна установка теплоотражающих экранов.		25
Стоимость 1м ² теплоизоляции (руб.) Пенофол С3005 ($\delta=5\text{мм}$ $\lambda=0,05$ Вт/м ⁰ С) Пенофол С3005 ($\delta=3\text{мм}$ $\lambda=0,05$ Вт/м⁰С)	80,00	65,00
Стоимость установки 1 экрана	0,00	0,00
Общая стоимость работ и материалов, тыс. руб.	6,72	1,625
Возможная экономия, %	4%	10%
Экономия тепловой энергии, Гкал	11,8	2,3
Экономия тепловой энергии в одном помещении, Гкал		0,138
Экономия тепловой энергии, тыс.руб	12,8	3,512
Экономия тепловой энергии в одном помещении, тыс.руб		0,2108
Средний срок окупаемости, лет	0,52	0,93

Методики расчета эффективности мероприятия в одном помещении и в здании

В общем случае теплопотери помещения определяются по формуле

$$Q = \frac{1}{R} \cdot F \cdot (t_{в} - t_{нар}^{cp}) \cdot 10^{-3}, \text{ кВт} \quad (1)$$

Здесь, Q [кВт] – теплопотери помещения, F [м²] – площадь наружной стены, R [м²×°C/Вт] – термическое сопротивление стены, $t_{в}$ [°C] – температура внутреннего воздуха, $(t_{в} - t_{нар}^{cp})$ [°C] – средняя температура наружного воздуха за отопительный период.

Практические данные показывают, что экономия тепла в помещении при установке экрана в среднем составляет 10% от средней мощности тепловых приборов.

Объем тепловой энергии, сэкономленной за отопительный период, составит:

$$\Delta Q = Q \cdot n \cdot k, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \quad (2)$$

Здесь, n [ч] – длительность отопительного периода, k – эффективность теплоотражателя.

Годовая экономия в денежном выражении, тыс. рублей:

$$\Delta \mathcal{E} = \Delta Q \times T_{Т.Э.} \quad (3)$$

где - $T_{Т.Э.}$ - тариф на тепловую энергию, руб/Гкал.

Для того, чтобы произвести расчет эффективности мероприятия во всем здании или в нескольких помещениях необходимо определить суммарные потери тепла Q_{Σ} во всех помещениях, где установлены радиаторы отопления:

$$Q_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n Q_i \quad (4)$$

где Q_i – потери тепла в i -том помещении, а n – число помещений, где установлены радиаторы отопления.

Пример расчёта для одного помещения:

Необходимо произвести расчет эффективности мероприятия в натуральном и денежном выражении в одном помещении (**кабинет информатики**) с площадью наружной стены **30 м²**. Термическое сопротивление стены составляет **2 м²×°C/Вт**. Температура внутреннего воздуха $t_{в} = 22^{\circ}\text{C}$. Средняя температура наружного воздуха за отопительный период составляет $t_{нар}^{cp} = -1,8^{\circ}\text{C}$.

Потери тепла через наружную стену составят:

$$Q = \frac{1}{2} \cdot 30 \cdot (22 + 1.8) \cdot 10^{-3} = 0.357 \text{ кВт}$$

Тепло, сэкономленное за отопительный период длительностью **188** суток (**4512** часов) при величине эффективности теплоотражателя равной **10%**, вычисляется следующим образом:

$$\Delta Q = Q \cdot n \cdot k = 0,357 \cdot 4512 \cdot 0,1 = 161 \text{ кВт} \cdot \text{ч} = 0,138 \text{ Гкал}$$

Годовая экономия в денежном выражении (экономия за отопительный период) при тарифе $T_{Т.Э.} = 1527,53$ руб/Гкал (на 2015 г):

$$\Delta \mathcal{E} = \Delta Q \times T_{Т.Э.} = 0,138 \cdot 1527,53 = 210,8 \text{ руб.}$$

Методика оценки срока окупаемости мероприятия

Простой срок окупаемости (количество периодов):

$$DP = Inv/E_t \quad (1)$$

где E_t – экономия в период времени (на этапе t),

Inv – инвестиции (капитальные вложения) в проект

Дисконтированный срок окупаемости:

$$DPP = \sum_{i=0}^n \frac{E_t - C_t}{(1+i)} \geq Inv \quad (2)$$

где E_t – экономия в период времени n ,

C_t – текущие расходы в период времени n ,

i – ставка дисконта,

Inv – инвестиции в проект.

Для целей обучения достаточно рассчитать простой срок окупаемости. Как показано в примере, при реализации мероприятия «Монтаж теплоотражающих конструкций за радиаторами отопления» в одном помещении за отопительный период достигается экономия в размере **210,8** руб. Объем инвестиций в данное мероприятие составил **195** руб. Таким образом, используя формулу 1, находим срок окупаемости мероприятия:

$$DP = \frac{Inv}{E_t} = \frac{195}{210,8} = 0,93$$

Как видно из приведенного расчета срок окупаемости мероприятия составил **0,93** года. Следует учитывать, что речь идет об экономии за время отопительного периода, в другое время в течение года, тепловая энергия не используется для целей отопления и в связи с этим мероприятие эффекта не дает. Поэтому, в данном случае срок окупаемости **0,93** года и **0,93** отопительных периодов равнозначны и можно использовать любую единицу измерения.

Плакат по пропаганде теплосбережения

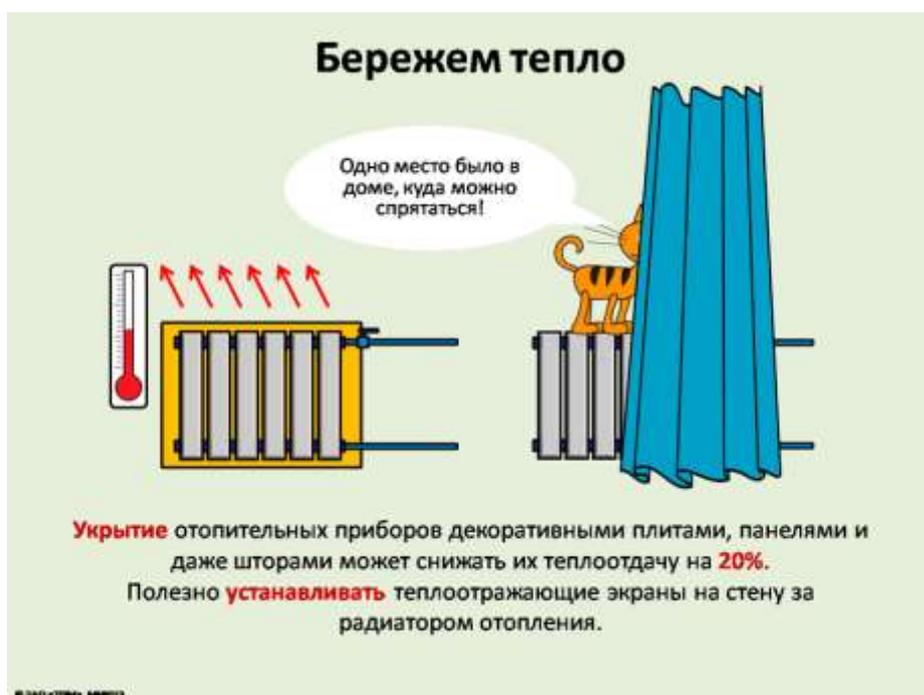


Фото 13-14. Классный час в 10а классе «Теплосбережение» и проект 1 а класса «Бережем тепло».



Фото 15. Установка теплоотражателя в домашних условиях.