РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬНЫХ НАУК
ГУП «МОСГИПРОНИСЕЛЬСТРОЙ»
АКАДЕМИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ТЕПЛОЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ, МЕТОДИЧЕСКИЕ И ПРОЕКТНЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ В ШКОЛЬНЫХ ЗДАНИЯХ РОССИИ

Т о м 5. Методические рекомендации по экономической оценке энергосберегающих мероприятий

Москва 2001

gost.e-ecolog.ru

АВТОРСКИЙ КОЛЛЕКТИВ:

РААСН:

Научный руководитель работы, академик РААСН, д-р техн. наук профессор *С.Н. Булгаков*; Консультант по архитектуре, академик РААСН, засл. арх. России *В.С. Егерев*.

ГОСИНКОР

Научный консультант канд. техн. наук *Б.А. Фурманов*

ГУП «Мосгипронисельстрой»:

Засл. строитель РФ, канд. техн. наук *А.Г. Бейрит*; канд. техн. наук *В.А. Заренин*, канд. техн. наук *А.И. Мангушев*; арх. *В.И. Маслов*; засл. строитель РФ, канд. техн. наук *А.С. Мирошниченко*; арх. *Е.А. Тархова*; арх. *Л.Ф. Ульяхина*; засл. экономист РФ, канд. экон. наук В.В. Устименко.

Академический центр теплоэнергоэффективных технологий:

Академик РААСН, д-р техн. наук, профессор *С.А. Чистович*; член-корр. РААСН, д.т.н., проф. *В.К. Аверьянов*, *Н.Н. Алексеев*, *И.В. Дроздова*, *А.Г. Михайлов*, *О.А. Миткевич*, канд. техн. наук А.И. *Тютюнников*, д-р техн. наук *А.Б. Федоров*, *А.С. Шутов*.

Утвержден и введен в действие приказом Госстроя России

от 29 декабря 2000 г. № 309

Аннотация

Работа «Методические рекомендации по экономической оценке энергосберегающих мероприятий» (том 5) является составной частью семитомного комплекта «Научно-технические, методические и проектные рекомендации по энергосбережению в школьных зданиях России».

Целью работы является методическая помощь при практическом решении вопроса о проведении энергосберегающих мероприятий в школьных зданиях. Основным критерием экономической оценки принят срок окупаемости инвестиционных затрат в энергосберегающие мероприятия. Рассмотрены такие энергосберегающие мероприятия, как утепление стен, замена окон, утепление покрытий, утилизация тепла в вентиляционных системах и др.

В первом разделе работы излагаются методические основы экономической оценки. Приведена формула для расчета срока окупаемости, величины инвестиционных затрат, экономии затрат на отопление, издержек в сфере эксплуатации.

Второй раздел посвящен классификации энергосберегающих мероприятий, их ранжированию. Частью второго раздела является информационный массив энергосберегающих мероприятий школьных зданий, в котором приводятся данные по экономии от проведения мероприятия, затраты на его проведение и срок окупаемости.

Третий раздел работы содержит примеры расчета срока окупаемости инвестиционных затрат на проведение энергосберегающих мероприятий в школьных зданиях. Примеры выполнены в общедоступной форме с тем, чтобы ими могли пользоваться специалисты, не имеющие экономической подготовки.

Состав комплекта научно-технической, методической и проектной документации, разработанной в рамках реализации подпрограммы «Энергосбережение в школах России», утвержденного и введенного в действие Госстроем России.

Том 1 • Концепция энергосбережения в школьных зданиях при их реконструкции

Том 2 • Архитектурно-планировочные и энергосберегающие решения реконструируемых типовых школьных зданий

Том 3 • Технические решения и проектная документация по модернизации систем отопления и теплоснабжения, вентиляции, электроснабжения школьных зданий

Том 4 • Технические решения и проектная документация по утеплению ограждающих конструкций реконструируемых школьных зданий

Том 5 • Методические рекомендации по экономической оценке энергосберегающих мероприятий

Том 6 • Методические рекомендации по энергосберегающему режиму эксплуатации школьных зданий

Том 7 • Методические рекомендации по составу, порядку разработки, согласованию и утверждению документации на энергосберегающую реконструкцию школьных зданий

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 3

1. Методические рекомендации по экономической оценке энергосберегающих мероприятий в школьных зданиях 4

1.1. Методические основы и критерии экономической оценки энергосберегающих мероприятий 4

1.2. Назначение и область применения методических рекомендаций 6

1.3. Методы расчета срока окупаемости инвестиционных затрат на проведение энергосберегающих мероприятий 9

1.3.1. Методика расчета инвестиционных затрат 9

1.3.2. Методика расчета издержек в сфере эксплуатации 12

1.4. Методы оценки эффективности мероприятий по энергосбережению 14

1.5. Последовательность проведения экономической оценки энергосберегающих мероприятий 16

2. Классификация энергосберегающих мероприятий, ранжирование и отбор наиболее экономичных мероприятий 19

2.1. Ранжирование энергосберегающих мероприятий в школьных зданиях по уровню эффективности 25

2.2. Информационный массив энергосберегающих мероприятий в школьных зданиях 26

Заключение 29

Приложение 1. Методика расчета потребности тепла для отопления школьных зданий 30

Приложение 2. Примеры расчета срока окупаемости 37

ВВЕДЕНИЕ

В исследованиях, выполненных Российской академией архитектуры и строительных наук (РААСН) под руководством академика С.Н.Булгакова, отмечаются недостатки архитектурно-градостроительных и конструктивных решений школьных зданий в районах массовой жилой застройки из деталей КПД. Отмечается невыразительность застройки, низкий уровень строительно-монтажных работ, особенно выполнение стыков стен с оконными блоками, явно недостаточная теплозащита, морально устаревшее инженерное оборудование.

Сложившаяся энергетическая и экономическая обстановка требует по иному подойти к проблеме реабилитации школьных зданий. Преобразование школьных зданий должно проводиться с учетом физического или морального износа зданий, их энергоэффективности , при этом школьное здание должно рассматриваться во взаимосвязи с застройкой , сложившейся в микрорайоне, в который входит школьное здание.

Комплекс мероприятий по преобразованию существующих школьных зданий должен включать также и работы по созданию и внедрению совершенных систем отопления здания, которые позволили бы вести не только учет потребляемой теплоэнергии, но и регулирование ее потребления. Необходимо осуществить в отдельных случаях поэтапный переход от централизованного к автономному теплоснабжению зданий, сократив таким образом потери тепловой энергии в теплосетях. Необходимо предусмотреть решение вопросов по созданию более совершенных систем вентиляции школьных зданий, которые бы обеспечивали рекуперацию отводимого вместе с воздухом тепла.

1. Методические рекомендации по экономической оценке энергосберегающих мероприятий в школьных зданиях

1.1. Методические основы и критерии экономической оценки энергосберегающих мероприятий

Одним из важнейших направлений улучшения условий жизнедеятельности в школах при одновременном сокращении финансовых затрат на эксплуатацию зданий является их реконструкция с одновременным осуществлением энергосберегающих мероприятий.

Важным условием достижения существенного эффекта является системность и комплексность проводимых энергосберегающих мероприятий.

Разнообразие архитектурно-планировочных решений, технических схем, оборудования и мероприятий, приведенных в томах 1-7 данной работы, позволяет выбрать наиболее рациональные решения в зависимости от целей и условий проведения энергосберегающих мероприятий в школьных зданиях.

Методические основы по экономической оценке энергосберегающих мероприятий в школьных зданиях содержат критерии оценки экономической эффективности намечаемых к осуществлению мероприятий.

Упомянутые выше методические основы позволяют оценить экономическую эффективность внедрения не только схемных решений, оборудования и конструкций, приведенных в томах 1-7 данной работы, но и другие известные энергосберегающие мероприятия.

Критерии оценки эффективности мероприятий по энергосбережению должны позволить решить следующие задачи:

- произвести технико-экономический анализ и дать оценку эффективности энергосберегающих мероприятий;

- выполнить финансовый анализ и оценку инвестиционной привлекательности рассматриваемых вариантов энергосбережения;
- проведение оптимизационных расчетов по различным вариантам объемно-планировочных и конструктивных решений школьных зданий, решений по их инженерному обеспечению, направленных на экономию энергетических ресурсов;
- разработка оптимизированных технико-экономических показателей рекомендательного характера при оценке энергосберегающих мероприятий.

1.2. Назначение и область применения методических рекомендаций

Методические рекомендации по экономической оценке энергосберегающих мероприятий в школьных зданиях содержат научно обоснованные методы экономической оценки энергосберегающих мероприятий, которые разработаны применительно к объемно-планировочным и конструктивным решениям школьных зданий , а также решениям по их инженерному обеспечению.

Методические рекомендации включают в себя методические основы по экономической оценке энергосберегающих мероприятий и их классификацию, основой которой является информационный массив. В методических основах приведены формулы для расчета сроков окупаемости инвестиционных затрат на проведение энергосберегающих мероприятий, понятие технико-экономических показателей, включенных в состав формул по расчету сроков окупаемости, и методы их определения.

Классификация энергосберегающих мероприятий предполагает ранжирование мероприятий по степени их эффективности, выбор наиболее экономичных энергосберегающих мероприятий и создание информационного массива энергосберегающих мероприятий в школьных зданиях. В информационном массиве по каждому энергосберегающему мероприятию осуществлен расчет инвестиционных затрат, необходимых на его проведение, и указан срок окупаемости инвестиций. Выполненная работа включает в себя методические пояснения по пользованию рекомендациями и информационным массивом энергосберегающих мероприятий для школьных зданий, а также возможные методы корректировки приведенных технико-экономических показателей в зависимости от особенностей применения

в различных регионах в связи с различиями в сметной стоимости строительства, условиями ценообразования на энергетические ресурсы, составом материально- технической базы строительства.

Методические рекомендации предназначены для:

- органов управления федерального, регионального и местного уровня;
- инвесторов;
- разработчиков инвестиционных проектов;
- проектных, конструкторских и научно-исследовательских организаций;
- строительных объединений и других фирм, участвующих в реализации инвестиционных проектов по осуществлению энергосберегающих мероприятий в школьных зданиях.

Методические рекомендации используются при проектировании технического перевооружения и реконструкции школьных зданий, предусматривающих энергосберегающие мероприятия, и для разработки ТЭО (технико-экономического обоснования).

Основной задачей методических рекомендаций является повышение экономичности проектных решений при осуществлении энергосберегающих мероприятий в школьных зданиях, с тем, чтобы инвестиции на проведение энергосберегающих мероприятий возвращались в оптимальные сроки окупаемости за счет снижения затрат на отопление, а также экономии на других издержках в сфере эксплуатации.

При этом решается:

- создание научно обоснованных методов экономической оценки энергосберегающих мероприятий,

• проведение оптимизационных расчетов по различным вариантам объемно-планировочных и конструктивных решений школьных зданий, решений по их инженерному обеспечению, направленных на экономию энергетических ресурсов,

• разработка оптимизированных технико-экономических показателей рекомендательного характера при экономической оценке энергосберегающих мероприятий.

1.3. Методы расчета срока окупаемости инвестиционных затрат на проведение энергосберегающих мероприятий

Окупаемость инвестиционных затрат в энергосберегающие мероприятия определяется показателем, характеризующим период времени, в течение которого авансированные инвестиционные затраты возмещаются полученной экономией от снижения расходов на энергозатраты. Основным показателем экономической оценки энергосберегающих мероприятий принимается срок окупаемости инвестиционных затрат.

Срок окупаемости инвестиционных затрат измеряется в годах. Определяется срок окупаемости как частное от деления инвестиционных затрат на полученную экономию от снижения энергозатрат. Рассчитывается срок окупаемости по формуле:

$$\text{Ток} = \frac{И}{P_1 - P_2}, \quad \text{где} \quad (1.1)$$

Ток - срок окупаемости инвестиционных затрат;

И - инвестиционные затраты на проведение энергосберегающих мероприятий

$\mathbf{P_1}$ - расходы на энергозатраты до проведения энергосберегающих мероприятий;

$\mathbf{P_2}$- расходы на энергозатраты после проведения энергосберегающих мероприятий.

1.3.1. Методика расчета инвестиционных затрат

Инвестиции в проведение энергосберегающих мероприятий представляют собой единовременные затраты (капитальные вложения) с целью получения экономии расходов на отопление.

В состав капитальных вложений включаются следующие расходы:

• затраты на проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, исследование рынка, технико-экономическое обоснование и разработку проектно-сметной документации;

• стоимость приобретения, доставки, монтажа и пуска нового оборудования, сохранения (модернизации) существующих и ликвидируемых элементов системы;

• стоимость строительных конструкций, включая доставку и монтаж;

• затраты на охрану окружающей среды;

• сопутствующие затраты, связанные с созданием и развитием систем энергосбережения;

• выплаты по банковским кредитам при использовании заемных средств.

Инвестиции в проведение энергосберегающих мероприятий могут быть определены по формуле:

$$\mathbf{И = Соб + См + Ск + Зн + Зп + Зок + П,} \quad \text{где} \qquad (1.2)$$

И - инвестиционные затраты на проведение энергосберегающих мероприятий;

Соб- стоимость оборудования;

См - стоимость монтажа оборудования;

Ск – стоимость конструкций;

Зн- затраты на научно-исследовательские работы;

Зп- затраты на проектные работы;

Зок- затраты на охрану окружающей среды;

П- банковский процент (при кредитовании работ).

Пример расчета инвестиционных затрат на утепление школьного здания

Стены школьного здания, составляющие 2840 м^2, утепляются пенополистирольными плитами толщиной 10 см с использованием крепежных элементов и последующей штукатуркой.

Определяем стоимость конструкций (**Ск**). Стоимость 1 м^3 пенополистирольных плит 650 руб. Поскольку толщина утеплителя 10 см, то стоимость м^3 делится на 10 и получается стоимость конструкций в расчете на 1 м^2 стены

650 руб. : 10 = 65 руб./м^2 стены.

Для того, чтобы получить стоимость конструкций на весь объем работ, стоимость конструкций 1 м^2 стены умножается на количество квадратных метров, подлежащих утеплению, т.е. 2840 м^2

65 руб. х 2840 = 184 тыс. руб.

Стоимость крепежных элементов составит 85 тыс.руб., а стоимость монтажа конструкций 210 тыс. руб. (**См**).

Оштукатурить 1 м^2 стены стоит 169 руб.

169 руб. х 2840 = 480 тыс. руб.

Это стоимость штукатурки всей площади стен в школьном здании.

Далее может потребоваться проведение проектных работ (**Зп**). Их ориентировочная стоимость составит 195 тыс. руб. Если потребуется проведение научно-исследовательских работ (**Зн**), то их стоимость будет равна 45 тыс.руб.

Подставляя в формулу цифровые значения, получаем необходимые инвестиции на проведение мероприятия:

И = 184 + 85 + 210 + 480 + 195 + 45 = 1200 тыс. руб.

1.3.2. Методика расчета издержек в сфере эксплуатации

Экономия затрат на отопление определяется как разность между расходами на отопление до проведения энергосберегающих мероприятий и после их проведения.

Проведение энергосберегающих мероприятий приводит обычно к изменению затрат по следующим элементам: топливо, тепловая энергия, основная и дополнительная заработная плата с начислениями, сырье и материалы.

Расходы на энергозатраты для отопления школьных зданий определяются как произведение количества теплоэнергии на цену и рассчитываются по формулам :

$$\mathbf{P_1 = O_1 \times Ц;} \qquad \mathbf{P_2 = O_2 \times Ц,} \quad \text{где} \qquad (1.3)$$

$\mathbf{P_1}$ и $\mathbf{P_2}$- расходы на энергозатраты;

$\mathbf{O_1}$ и $\mathbf{O_2}$-количество теплоэнергии, расходуемое до и после проведения энергосберегающих мероприятий;

Ц- цена на теплоэнергию.

В тех случаях, когда проведение энергосберегающих мероприятий совпадает по срокам с необходимостью проведения капитального или текущего ремонта, а также восстановительных работ, то тогда рассчитываются издержки в сфере эксплуатации. В этом случает к затратам на отопление могут быть добавлены стоимость капитального или текущего ремонта, а также стоимость восстановительных работ.

$$\mathbf{Э = Р + Скр + Стр + Св,} \quad \text{где} \qquad (1.4)$$

Э - издержки в сфере эксплуатации;

Р - расходы на энергозатраты;

Скр- стоимость капитального ремонта;

Стр – стоимость текущего ремонта;

Св- стоимость восстановительных работ.

Пример расчета расходов на энергозатраты на отопление школьных зданий

Проведение энергосберегающих мероприятий привело к изменению затрат на отопление.

Из таблицы, приведенной в Приложении 2, расход тепла на отопление школьного здания до утепления стен составлял 246,1 Гкал. После проведения энергосберегающих мероприятий расход тепла стал равен 100,1 Гкал. Таким образом, расход тепла сократился на 146 Гкал или со 100% до 41%. В общей сумме экономии тепла экономия, приходящаяся на утепление стен, составила 7%. Стоимость 1 Гкал принята в расчете 600 рублей.

Подставляя цифровые значения в формулу, получаем:

$$\mathbf{P_1} = 246{,}1 \times 600 = 147720 \text{ руб.}$$

$$\mathbf{P_2} = 100{,}1 \times 600 = 60180 \text{ руб.}$$

Разность между расходами на отопление до проведения энергосберегающих мероприятий и после их осуществления составит

$$147720 - 60180 = 87{,}5 \times 2 = 175 \text{ тыс.руб. в год.}$$

Расчеты потребности тепла для отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха в школьных зданиях можно выполнить по методике, представленной в Приложении 1.

1.4. Методы оценки эффективности мероприятий по энергосбережению

В школьных зданиях энергосберегающие мероприятия предназначены для обеспечения нормируемых параметров и по своей сути не предназначены для получения прибыли. Это процессы обеспечения требуемых параметров микроклимата в помещениях (системы отопления, вентиляции и др.).

Оценку эффективности инвестиций в такие мероприятия можно производить по полным приведенным (дисконтируемым) затратам.

Полные приведенные (дисконтированные) затраты исчисляются по формуле:

$$\mathbf{П = К + Э}, \quad \text{где} \quad (1.5)$$

К – суммарные дисконтированные капитальные вложения;

Э – суммарные дисконтированные эксплуатационные расходы.

Показатели **К** и **Э** делятся на **(1 + Е)**, где

Е - норматив дисконтирования (эффективности). Значение норматива дисконтирования определяется условиями финансирования проекта. При оценке экономической эффективности мероприятий по энергосбережению, инвестируемых из госбюджета,следует принимать **Е** = 0,15. При выборе из нескольких вариантов осуществления инвестиций наиболее выгодным считается тот вариант, у которого полные дисконтированные затраты минимальны.

Наряду с полными дисконтированными затратами может быть использован показатель удельных дисконтированных затрат:

$$\mathbf{П_{уд}} = \frac{\mathbf{П}}{\mathbf{С}}, \quad \text{где} \quad (1.6)$$

С - характеристика потребителя (объем здания, рабочая или полезная площадь школы).

Возможна оценка вариантов инвестиций по показателю снижения полных дисконтированных затрат по сравнению с базовым вариантом. Расчет выполняется по формуле:

$$\mathbf{П_с = П_б - П_в}\ , \qquad \text{где} \qquad (1.7)$$

$\mathbf{П_с}$ - снижение полных дисконтированных затрат при внедрении рассматриваемого варианта по сравнению с базовым;

$\mathbf{П_б}$ - полные дисконтированные затраты по базовому (существующему) варианту;

$\mathbf{П_в}$ - полные дисконтируемые затраты по рассматриваемому варианту.

1.5. Последовательность проведения экономической оценки энергосберегающих мероприятий

Работа по осуществлению энергосберегающих мероприятий в школьных зданиях состоит из нескольких направлений. Необходимо определить источники финансирования , изучить материалы по энергосберегающим мероприятиям, провести экономическую оценку мероприятий , выполнить научные, проектные и строительные работы по избранным мероприятиям, произвести расчеты с кредиторами.

Источниками финансирования могут быть бюджетные средства, кредит банка или других организаций, различного рода фонды, деньги от спонсоров. От объема финансирования в значительной степени зависит набор энергосберегающих мероприятий. При недостатке объемов финансирования энергосберегающие мероприятия можно проводить постепенно: сначала малозатратные мероприятия, затем среднезатратные и потом высокозатратные.

Малозатратные мероприятия, как правило являются быстроокупаемыми и наиболее эффективными. Однако только с их помощью нельзя достигнуть существенного сокращения энергетических затрат. Наибольший эффект достигается внедрением комплекса мероприятий, имеющих различные сроки окупаемости. При выборе энергосберегающих мероприятий следует иметь в виду наиболее часто встречающиеся недостатки в объемно-планировочных и конструктивных решениях школьных зданий, а также в инженерном оборудовании. К таким недостаткам относятся :

- сложные по конфигурации в плане здания, плохо сориентированные с учетом инсоляции и розы ветров,
- некачественная пароизоляция, позволяющая холодному воздуху проникать в помещение,

• низкое термическое сопротивление наружных ограждений,

• низкая температура в теплосетях.

Для выбора энергосберегающих мероприятий используется классификация этих мероприятий (рис.2.1–2.4) и информационный массив (табл. 2.1). Если в информационном массиве имеется энергосберегающее мероприятие, то его можно использовать, оценивая как по техническим, так и по экономическим параметрам. Если энергосберегающее мероприятие применяется в школьном здании, расположенном в Московской области или в областях центрального экономического района, его можно использовать, оценивая показатель инвестиционных затрат и срок окупаемости без изменения. В других регионах, отличающихся по климатическим и другим условиям, использование технико-экономических показателей информационного массива возможно при условии внесения необходимых коррективов. Показатель инвестиционных затрат может быть скорректирован с помощью поправочных коэффициентов, учитывающих изменение условий строительства в данном регионе по сравнению с Московской областью. Срок окупаемости корректируется в зависимости от вида энергоносителя и цен на него, установленных в данном регионе. В этом случае уточняются данные по расходу энергоносителя на отопление школьных зданий, с учетом местных цен определяются расходы на отопление или издержки в сфере эксплуатации школьных зданий и рассчитывается экономия, получаемая как разность расходов до и после осуществления энергосберегающих мероприятий.

В тех случаях, когда в проектное решение энергосберегающего мероприятия, приведенного в информационном массиве, вносится изменение (например, замена вида утеплителя при реконструкции ограждающих конструкций ,то в показатель инвестиционных затрат

должна быть внесена соответствующая поправка. Это может привести к изменению срока окупаемости.

В ситуации, когда не удовлетворяет ни одно из энергосберегающих мероприятий, приведенных в информационном массиве, и создается другое проектное решение по проведению технического перевооружения и реконструкции школьного здания, то технико-экономические показатели рассчитываются заново по методам и формулам, приведенным в Методических рекомендациях. Последовательность проведения расчета следующая: определяется величина инвестиционных затрат на проведение энергосберегающего мероприятия, устанавливается расход энергоносителя до и после проведения данного мероприятия, принимается решение о ценах на энергоносители, которые будут использоваться в расчете. После этого становится возможным определить срок окупаемости инвестиционных затрат.

Выбор приоритетных энергосберегающих мероприятий определяется следующими факторами:

- годом строительства, состоянием здания и его инженерных коммуникаций,
- схемными решениями и уровнем автоматизации инженерных сетей,
- профессиональным уровнем эксплуатационного персонала,
- сроком проведения работ,
- видом располагаемого топлива и источниками теплоснабжения,
- возможными объемами финансирования работ.

2. Классификация энергосберегающих мероприятий, ранжирование и отбор наиболее экономичных мероприятий

Разработка энергосберегающих мероприятий возможна на основе различных проектных решений. Приведенная на рис. 2.1-2.4 классификация энергосберегающих мероприятий показывает, что разработка энергосберегающих мероприятий может быть осуществлена на основе совершенствования объемно-планировочных и конструктивных решений, системы отопления, вентиляции и воздухообмена, системы горячего водоснабжения.

Совершенствование объемно-планировочных и конструктивных решений предусматривает создание энергоэффективных элементов здания, разработку более совершенных светопрозрачных проемов, улучшение теплоизоляционных свойств ограждающих конструкций, оптимизацию формы здания. На рис. 2.2 приведены основные направления работ по этим группам мероприятий. Так, оптимизация формы здания включает увеличение ширины корпуса здания, блокировку зданий, применение «обтекаемых» форм, ориентацию здания с учетом розы ветров и рельефа местности, улучшение теплоизоляционных свойств ограждающих конструкций, предусматривает применение стеновых конструкций с высокоэффективным утеплителем, вентилируемых воздушных прослоек, «теплых» чердаков, ликвидацию мостов холода.

Совершенствование системы отопления (рис. 2.1) предусматривает улучшение схемы системы отопления, отопительных приборов, регулирование режимов, а также эксплуатации и диагностики. Основные направления работ по этим группам мероприятий: совершенствование системы отопления путем изоляции стояков и разводящих


ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ
СИСТЕМА ОТОПЛЕНИЯ
Эксплуатация и диагностика
Регулирование режимов
Отопительные приборы
Схема системы отопления
Устройство балансировочных вентилей
Повышение гидравлической устойчивости СО
Диагностика качества состояния и наладки СО
Диагностика несанкционированного подключения дополнительных отопительных приборов
Установка термостатов
Программный отпуск тепла
Связанное регулирование с ГВС
Установка теплосчетчиков
Оптимизация мощности отопительных приборов
Устройство теплоотражающих экранов
Применение малоинерционных отопительных приборов
Инфракрасные облучатели
Изоляция стояков и разводящих трубопроводов
Установка баков аккумуляторов
Пофасадное регулирование
Применение низкотемпературных панельно-лучистых и воздушных СО с использованием тепловых насосов

Рис. 2.1


ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ
ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ
Создание энергоэффективных элементов здания
Совершенствование светопрозрачных проемов
Улучшение теплоизоляционных свойств ограждающих конструкций
Форма и размещение здания
Устройство теплоаккумуляторов различного срока действия
Конструирование пассивных гелиосистем как элементов здания
Устройство активных гелиоприемников
Создание термосифонных ограждающих конструкций
Оптимизация размера световых проемов
Применение стеклопакетов с селективным теплоотражающим покрытием
Остекление балконов и лоджий
Рекуперация тепла элементами окна
Применение стеновых ограждений с высокоэффективным утеплителем
Применение вентилируемых воздушных прослоек
Ликвидация мостов холода, в т. ч. в местах примыкания оконных переплетов
Устройство « теплых » чердаков
Оптимизация соотношения размеров здания при определенных ограничениях
Увеличение ширины корпуса здания
Замкнутая схема планировки комплекса зданий, блокировка зданий
Применение «обтекаемых» форм
Ориентация здания с учетом инсоляции и розы ветров
Компановка здания с учетом рельефа местности

Рис. 2.2

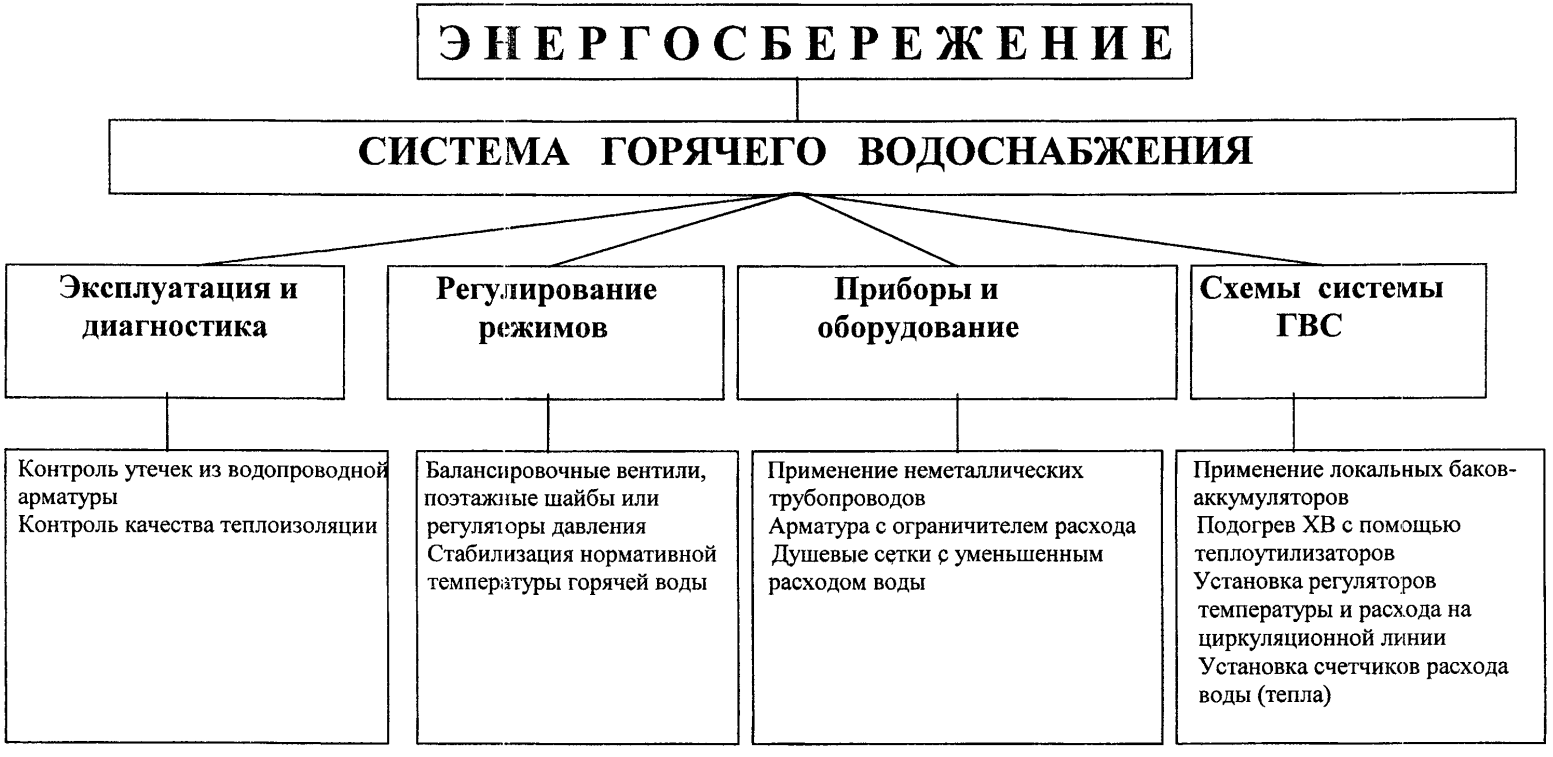

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ
СИСТЕМА ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ
Эксплуатация и диагностика
Регулирование режимов
Приборы и оборудование
Схемы системы ГВС
Контроль утечек из водопроводной арматуры
Контроль качества теплоизоляции
Балансировочные вентили, поэтажные шайбы или регуляторы давления
Стабилизация нормативной температуры горячей воды
Применение неметаллических трубопроводов
Арматура с ограничителем расхода
Душевые сетки с уменьшенным расходом воды
Применение локальных баков-аккумуляторов
Подогрев ХВ с помощью теплоутилизаторов
Установка регуляторов температуры и расхода на циркуляционной линии
Установка счетчиков расхода воды (тепла)

Рис. 2.3


ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ
ВЕНТИЛЯЦИЯ И ВОЗДУХООБМЕН
Автоматика
Инфильтрация
Оборудование
Схемные решения
Устройство автоматизированного воздухообмена в здании
Устройство входных тамбуров
Применение современных уплотнительных материалов для окон и дверей
Применение материалов с более высоким сопротивлением парогазопроницанию
Диагностика инфильтрации тепловизионными приборами мест сопряжений конструктивных элементов
Применение вентиляторов с регулируемой частотой вращения
Устройство локальных приточно-вытяжных установок с теплоутилизаторами
Архитектурно-планировочные решения, снижающие влияние гравитационного напора на регулировку системы
Применение механических систем вентиляции с теплоутилизаторами
Устройство комплексных отопительно-вентиляционных систем

Рис. 2.4

трубопроводов, установки блоков аккумуляторов и др. Для отопительных приборов целесообразно проводить оптимизацию мощности отопительных приборов, устройство теплоограждающих экранов, применение малоинерционных отопительных приборов. Улучшение эксплуатации и диагностики состоит в установке балансировочных вентилей, диагностике несанкционированного подключения дополнительных отопительных приборов, в повышении гидравлической устойчивости и диагностики качества состояния и наладки системы отопления.

Совершенствование вентиляции и воздухообмена (рис. 2.4) состоит из следующих групп: автоматика, регулирование, инфильтрация, оборудование, схемные решения. Схемные решения предусматривают устройство комплексных отопительно-вентиляционных систем, применение механических систем вентиляции с теплоутилизаторами, снижающих влияние гравитационного напора на регулировку системы. Совершенствование оборудования осуществляется путем применения вентиляторов с регулируемой частотой вращения, а также устройством локальных приточно-вытяжных установок с теплоутилизаторами. Инфильтрация подразумевает устройство входных тамбуров, применение современных уплотнительных материалов для окон и дверей, диагностику инфильтрации мест сопряжений конструктивных элементов. Регулирование включает работы по сезонному регулированию гравитационного напора, поэтажному регулированию гравитационного напора, сокращению кратности воздухообмена до нормируемого. Автоматика заключается в устройстве автоматизированного воздухообмена здания.

Система горячего водоснабжения (рис. 2.3) включает работы и группы мероприятий, во многом сходные с предыдущими разделами.

Однако имеются и новые решения. Так, совершенствование схемы системы горячего водоснабжения предусматривает мероприятия по устройству горячего водоснабжения с программным электрообогревом, использование электрических полотенцесушителей, применение неметаллических трубопроводов.

2.1.Ранжирование энергосберегающих мероприятий в школьных зданиях по уровню эффективности

Ранжирование предполагает размещение технико-экономических показателей по уровню эффективности. В данной методике основным показателем для экономической оценки энергосберегающих мероприятий – уровнем их эффективности, принимается срок окупаемости инвестиционных затрат.

В следующем разделе Методических рекомендаций приведены технико-экономические показатели информационного массива энергосберегающих мероприятий для школьных зданий.

Сокращение потерь тепла в школьном здании характеризуется его расходом до и после проведения энергосберегающих мероприятий.

Наибольшее сокращение расхода тепла приходится на устройство вентиляции с утилизацией тепла в рекуператорах и на установку приборов контроля и учета расхода тепла (перевод систем отопления на дневной и ночной режим работы, установка отражающих экранов за радиаторами и др.). Эти энергосберегающие мероприятия имеют наименьшие сроки окупаемости вложенных средств.

Достаточно эффективным является утепление стен. Значительное сокращение теплопотерь и получаемая экономия от уменьшения расходов на отопление позволяют окупить инвестиции за 7 лет.

Утепление окон рассмотрено в двух вариантах: первый- устройство трехслойного остекления и второй- замена оконных блоков на современные окна. Срок окупаемости затрат на осуществление энергосберегающих мероприятий будет различаться в зависимости от избранного варианта.

Утепление покрытий является предпоследним в ряду ранжированных мероприятий. По сроку окупаемости затрат оно уступает всем рассмотренным в данной работе мероприятиям, кроме замены оконных блоков.

2.2. Информационный массив энергосберегающих мероприятий в школьных зданиях

Для обеспечения научной обоснованности технико-экономических показателей проектных решений разработана информационно-методическая база, рекомендующая рациональный уровень технико-экономических показателей по разрабатываемым строительным решениям, а также выбор таких проектных решений, которые обеспечивают заданный уровень каждого показателя.

Информационно-методическая база представляет собой информационный массив технико-экономических показателей по видам проектных решений. Использование информационного массива способствует установлению прогрессивного технического уровня принимаемых технических решений с учетом имеющегося опыта в проектировании и строительстве школьных зданий, выбору наиболее экономичных проектных решений по энергосберегающим мероприятиям с использованием выполненных научных разработок.

Ниже приводятся технико-экономические показатели информационного массива энергосберегающих мероприятий, которые позволяют выбрать наиболее экономичное мероприятие. Данные

информационного массива ранжированы по показателю срока окупаемости инвестиционных затрат. Если возникнет необходимость поэтапного проведения реконструкции, то имеется возможность выбрать энергосберегающее мероприятие по уровню их эффективности (табл. 2.1).

Технико-экономические показатели информационного массива для выбора энергосберегающих мероприятий в школьных зданиях

Таблица 2.1

№ п.п	**Энергосберегающие мероприятия**	Эффект (% сокращения теплопотерь)	Затраты на энергосбе-регающие мероприятия (тыс. руб.)	Сроки окупаемос-ти (в годах)
1	Утепление существующих окон, переход на ночной и дневной режимы работы, установка регулирующей арматуры и пр.	10	430	2
2	Закладка излишних оконных проемов и утепление тамбуров	7	815	4
3	Утепление покрытия	4	680	7
4	Утепление наружных стен	7	1050	7
5	Устройство вентиляции с утилизацией тепла в рекуператорах	9,8	750	4
6	Замена окон	4,7	1200	10

Совокупное рассмотрение всех энергосберегающих мероприятий, приведенных в томах 1, 2, 3, 4, 6, при реконструкции школьных зданий России позволяет по степени эффективности и срокам окупаемости выделить первоочередные мероприятия и произвести их ранжирование (табл. 2.2).

Рекомендуемые первоочередные энергосберегающие мероприятия

Таблица 2.2

№ п.п.	Мероприятия
1.	Уплотнение окон
2.	Переход на дневной и ночной режимы работы, а также режим выходного дня и каникул
3.	Установка приборов учета и контроля в тепловых пунктах
4.	Установка регулирующей арматуры на радиаторах
5.	Блокировка работы вытяжной вентиляции со школьным звонком
6.	Установка третьего стекла или пленки
7.	Закладка излишних оконных проемов
8.	Устройство утепленных тамбуров
9.	Утепление покрытия
10.	Утепление подвальных перекрытий
11.	Утепление фасада
12.	Реконструкция систем вентиляции

•**Примечание.** Полный состав энергосберегающих мероприятий см. табл. 5.1-5.3, том 1.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе изложены методические основы и рекомендации экономической оценки срока окупаемости инвестиций в энергосберегающие мероприятия школьных зданий. Они пригодны для проведения расчетов по любому школьному зданию. Наряду с методическими рекомендациями приведены цифровые показатели. Они соответствуют только определенным природно-климатическим условиям и определенным объемно-планировочным и конструктивным решениям, инженерным системам, используемому виду топлива. Однако для укрупненной оценки при принятии решения они могут быть использованы.

При проведении некоторых энергосберегающих мероприятий эффект может получиться не в школе, а на других объектах. Например, при утеплении трубопроводов на теплотрассе школа эффекта не получит, но зато он будет у другой организации. В этих случаях целесообразно разработать научное ТЭО или бизнес-план, в которых можно было бы оценить комплексную экономию тепла по ряду объектов.

В данных методических рекомендациях показан подход к решению проблемы. В некоторых случаях это скорее моральный фактор, чем технический или экономический. Например, установка счетчиков тепла и вентилей для его регулирования не требует значительных капитальных вложений, но снизит расход тепла только при сознательном отношении граждан к этой проблеме. Весьма эффективным является также устройство вентиляции с утилизацией тепла в рекуператорах.

Приложение 1

Методика расчета потребности тепла для отопления школьных зданий

Количество тепла, расходуемое системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха в школьных зданиях, принимается по данным проектов (паспортов) на узлы присоединения, а при их отсутствии подсчитывается по удельным характеристикам или укрупненным нормативным показателям. При определении расхода тепла можно для проверки достоверности расчета использовать контрольные показатели, приведенные в табл.1.1.

Таблица 1.1

Контрольные показатели расхода теплоты на отопление школьных зданий

	Удельный расход теплоты, ккал/ч на 1 м^2 полезной площади, при числе этажей		
	2 этажа	3 этажа	4 этажа
Общеобразовательные школы	95	82	77
Профессионально-технические училища (кроме мастерских)	90	82	82

Годовая потребность в тепле, ГДж (Гкал), для отопления школьных зданий определяется по формуле:

$$\mathbf{П = О_{от}\ У\ (T_в - T_{ср})\ H_o\ 24 \cdot 10^{-6}},$$ где (1)

П - годовая потребность в теплоте на отопление;

$\mathbf{О_{от}}$ – наружный строительный объем здания, м^3;

У – удельная тепловая характеристика здания, кДж(м^3.ч.^{0}С) [ккал / (м^3.ч.^{0}С)];

$T_в$ - температура внутреннего воздуха, ^0C;

$T_{ср}$- средняя температура наружного воздуха за отопительный сезон, ^0C;

H_o - продолжительность отопительного сезона, сутки;

24 - число часов работы системы отопления в сутки.

В табл.1.2 приведены удельные тепловые характеристики школьных зданий.

Таблица 1.2

Удельные тепловые характеристики школьных зданий

	Ед. измерения	Здания с объемом					
		до 5 тыс. $м^3$		5-10 тыс.$м^3$		10-15 тыс.$м^3$	
		отопление	вентиляция	отопление	вентиляция	отопление	вентиляция
Школьные здания	кДж ($м^3 \cdot ч \cdot ^0C$)	1,64	0,38	1,47	0,34	1,39	0,29
	ккал ($м^3 \cdot ч \cdot ^0C$)	0,39	0,09	0,35	0,08	0,33	0,07

Удельные тепловые характеристики для определения потребности в теплоте на отопление и вентиляцию школьных зданий, приведенные в таблицы 1.2, соответствуют расчетной температуре наружного воздуха – 30 ^0C. Для других расчетных температур ниже приведены поправочные коэффициенты **(а):**

t,^0C	2	-5	-10	-15	-20	-25	-35	-40	-45	-50	-55
а	2,05	1,67	1,45	1,29	1,17	1,08	0,95	0,9	0,85	0,82	0,8

Годовая потребность в теплоте, ГДж (Гкал), на нужды вентиляции школьных зданий определяется по формуле:

$$\mathbf{П = О_в\ У_в\ (t_в - t_{ср})\ H_в\ b\ 10^{-6}},$$ где (2)

П – годовая потребность в тепле на вентиляцию;

$\mathbf{О_в}$ – вентилируемый объем здания, $м^3$;

$\mathbf{У_в}$ - вентиляционная характеристика здания,
в кДж ($м^3$ ч ^{0}С) [ккал / ($м^3$ ч ^{0}С)];

b – продолжительность работы системы вентиляции.

Вентиляционная характеристика здания зависит от его объема и приведена в следующей таблице:

Объем здания, тыс. $м^3$	До 5	До 10	Более 10
$У_в$, кДж ($м^3$ ч ^{0}С)	0,36	0,33	0,29

Оценка величины каждой составляющей ежегодных расходов производится путем составления сметы затрат. При предварительных укрупненных расчетах допустимо использование упрощенных соотношений.

Заработная плата работников состоит из следующих составляющих:

- заработная плата основных рабочих;
- заработная плата ИТР и служащих;
- заработная плата вспомогательных рабочих

и определяется по формуле:

$$\mathbf{И_{зп}} = \mathbf{И_{зп.р}} + \mathbf{И_{зп.с}} + \mathbf{И_{зп.и}} \qquad (3)$$

Заработная плата основных рабочих ($\mathbf{И_{зп.р}}$) состоит из прямой заработной платы, определяемой на основе трудоемкости выполнения годового объема работ $\mathbf{Т_р}$ и часовых тарифных ставок $\mathbf{С_с}$, а также доплат за отработанное время, включая премии. Фонд оплаты труда увеличивается на сумму начислений, включая отчисления на социальное страхование и другие взносы

$$\mathbf{И_{зп.р} = С_с\ Т_р\ К_д\ К_н},\qquad \text{где} \qquad (4)$$

$\mathbf{К_д}$ **и** $\mathbf{К_н}$ - коэффициенты, учитывающие доплаты и начисления на фонд оплаты труда.

Заработная плата вспомогательных рабочих, ИТР и служащих определяется путем умножения среднегодовой заработной платы с начислениями на численность соответствующей категории работников.

В случае отсутствия штатного расписания ежегодные расходы на заработную плату допускается определять по формуле:

$$\mathbf{И_{зп} = С_г\ р\ О\ К_н},\qquad \text{где} \qquad (5)$$

$\mathbf{С_г}$ – среднегодовая заработная плата одного работающего;

р – штатный коэффициент;

О – характеристика объекта;

$\mathbf{К_н}$ – коэффициент начислений на заработную плату.

В отдельных случаях заработная плата может быть определена по стоимости обслуживания и рассчитывается по формуле:

$$\mathbf{И_{зп} = С_г\ М / Н},\qquad \text{где} \qquad (6)$$

$\mathbf{С_г}$ - среднегодовая заработная плата с начислениями;

М – количество обслуживаемого оборудования;

Н – норма обслуживания.

Величина затрат на материалы определяется по формуле:

$$\mathbf{И_м = Н_р\ Ц\ О_г},\qquad \text{где} \qquad (7)$$

$\mathbf{Н_р}$ – норма расхода материала;

Ц – цена материала;

$\mathbf{О_г}$ – годовой объем потребления.

Затраты на топливо, электроэнергию, тепловую энергию устанавливаются на основе расчетной (фактической) потребности с учетом степени использования и потерь этих ресурсов, а также

сложившейся системы оплаты, цен и тарифов за единицу измерения соответствующего ресурса.

Затраты на топливо определяются по формуле:

$$\mathbf{И_т = В_т\ Ц_т\ ,} \qquad \text{где} \qquad (8)$$

$\mathbf{В_т}$ – расход топлива;

$\mathbf{Ц_т}$ – цена единицы топлива.

Затраты на электроэнергию определяются по тарифам и рассчитываются по формуле:

$$\mathbf{И_э = W_т\ Ц_э + 12\ M\ C_и\ ,} \qquad \text{где} \qquad (9)$$

$\mathbf{W_т}$ - расход электроэнергии;

$\mathbf{Ц_э}$ - цена единицы электроэнергии;

M - установленная мощность электроприемников;

$\mathbf{C_и}$ - ежемесячная ставка основной платы за заявленную максимальную установленную мощность.

Затраты на теплоэнергию определяются по формуле:

$$\mathbf{И_{тэ} = О_{тэ}\ \ Ц_{тэ}\ ,} \qquad \text{где} \qquad (10)$$

$\mathbf{О_{тэ}}$ - расход теплоэнергии;

$\mathbf{Ц_{тэ}}$ - цена единицы теплоты.

Расчет затрат на амортизацию выполняется на основе данных о балансовой стоимости основных фондов, вводимых (используемых) по каждому варианту энергосберегающей технологии и единых норм амортизационных отчислений.

$$\mathbf{И_а = 0{,}01\ (Н\ \ К),} \qquad \text{где} \qquad (11)$$

Н - норма годовых амортизационных отчислений, в %;

К - балансовая стоимость (капиталовложения) группы основных фондов.

Норма годовых амортизационных отчислений принимается по действующим нормативам с учетом режима и условий использования основных фондов. Для элементов, не указанных в официальных материалах, нормы должны приниматься по аналогии. В случае отсутствия утвержденных норм амортизации она должна быть определена исходя из значения срока службы любого элемента технологической системы и рассчитывается по формуле:

$$П = \frac{E}{(1+E)^r - 1} \cdot 100\% \qquad (12)$$

Значения норм амортизационных отчислений представлены в таблице 1.3.

Таблица 1.3

Нормы амортизационных отчислений

Значение коэффициента эффективности E	Нормы амортизационных отчислений , %, при сроке службы оборудования и сооружений в годах							
	5	10	15	20	25	30	40	50
0,00	20,00	10,00	6,67	5,00	4,00	3,33	2,50	2,00
0,08	17,05	6,90	3,68	2,19	1,37	0,883	0,386	0,174
0,1	16,38	6,27	3,15	1,75	1,02	0,608	0,226	0,086
0,12	15,74	5,70	2,68	1,39	0,45	0,414	0,130	0,042
0,15	14,83	4,93	2,10	0,98	0,47	0,23	0,056	0,014
0,18	13,98	4,25	1,64	0,68	0,29	0,126	0,240	0,0046
0,21	13,18	3,67	1,28	0,47	0,18	0,069	0,0103	0,0015
0,24	12,42	3,16	0,99	0,33	0,11	0,038	0,0044	0,0005
0,27	11,72	2,72	0,77	0,23	0,07	0,021	0,0019	0,0002

Затраты на ремонт и техническое обслуживание основных фондов определяются по формуле:

$$\mathbf{И_{гр} = С_р\ Р\ К},$$ где (13)

$\mathbf{С_р}$ - среднегодовые затраты на ремонт и техническое обслуживание основных фондов, приходящиеся на единицу ремонтной сложности;

Р - количество единиц ремонтной сложности по данному виду основных фондов;

К - коэффициент, учитывающий затраты на ремонт энергетической части данного вида основных фондов.

Среднегодовые затраты на ремонт и обслуживание, приходящиеся на единицу ремонтной сложности, должны определяться по нормативам либо по фактическим данным. Группа ремонтной сложности зависит от конструктивно-технологических особенностей и может быть рассчитана по нормативам.

Приложение 2

Примеры расчета срока окупаемости

Расчетами, приведенными в данной работе, определена экономия тепла за счет снижения теплопотерь в результате проведения энергосберегающих мероприятий.

В таблице 3.1 приведены технико-экономические показатели, характеризующие расход тепла в Гкал до и после проведения энергосберегающих мероприятий.

Таблица 3.1

Технико-экономические показатели по расходу тепла на отопление школьных зданий до и после проведения энергосберегающих мероприятий

Энергосберегающие мероприятия	Расход тепла, Гкал/год		Экономия теплопотерь		Удельный вес мероприятия к общей экономии тепла , %
	до проведения мероприятий	после проведения мероприятий	Гкал	% (100% - до проведения мероприятий)	
Утепление стен	246,1	00,1	146,0	59,0	7,0
Замена окон	255,5	156,4	99,9	49,0	4,7
Утепление покрытия	123,5	42,0	81,5	66,5	4,0
Утилизация тепла в вентиляционных системах	607,1	367,2	232,9	39,5	11,5
Установка приборов контроля и учета тепла	850,6	531,8	318,8	62,0	15,3
Итого	2083	1197	885,5	57,5	42,5

В таблице 3.1 указаны технико-экономические показатели внедрения энергосберегающих мероприятий по отношению к проектным данным. Практические данные, полученные обследованием состояния школьных зданий, показывают, что фактическое состояние значительно хуже, чем предусмотрено проектом. По стеновым конструкциям фактически теряется в 1,5 раза больше тепла, чем предусмотрено проектом, а по окнам – почти в 3 раза. В данной работе принимается интегральный коэффициент 2. В результате этого экономия от энергосберегающих мероприятий составит по стенам 175 тыс.руб., по вентиляции - 288 тыс.руб., по окнам - 120 тыс.руб., по покрытиям - 98 тыс.руб., по установке приборов контроля и учета расхода тепла - 383 тыс.руб.

Пример расчета срока окупаемости затрат на утепление стен

Утепление стен осуществляется пенополистирольными плитами толщиной 10 см с последующей штукатуркой.

В разделе 1.2 данной работы было определено, что инвестиции в это энергосберегающее мероприятие составят

$$\mathbf{И} = \mathbf{С_к} + \mathbf{С_м} + \mathbf{З_г} + \mathbf{З_н} = (184 + 86) + 110 + 145 + 45 = 1050 \text{ тыс.руб.}$$

Экономия от энергосберегающего мероприятия, как было показано выше, составит 175 тыс.руб. Эта сумма получилась в результате того, что разность расхода тепла в Гкал до и после проведения мероприятий составила

$$246{,}2 - 100{,}3 = 145{,}9.$$

Расход тепла сократился на 59%, а в общей суммарной экономии тепла от всех мероприятий удельный вес данного мероприятия равен 7%.

Из раздела 1.2 данной методики берется формула определения расходов на энергозатраты и определяется экономия

$$\mathbf{P_1 - P_2 = (O_1 \times Ц) - (O_2 \times Ц)} = (246{,}1 \times 600) - (100{,}1 \times 600) =$$

$$147600 - 60100 = 87500 \times 2 = 175 \text{ тыс.руб}$$

Срок окупаемости инвестиций в школьные здания при проведении энергосберегающих мероприятий (согласно разделу 1.2 данной методики) определяется как частное от деления инвестиционных затрат на разность издержек в сфере эксплуатации до и после проведения мероприятий.

$$\mathbf{Т_{ок}} = \frac{\mathbf{И}}{\mathbf{Э_1 - Э_2}} = \frac{1050000}{147600 - 60100} = \frac{1050000}{87500 \times 2} = \frac{1050000}{175000} =$$

$$= 7 \text{ лет.}$$

Таким образом, затраты на утепление стен школьного здания окупятся в течение 7 лет.

Пример расчета срока окупаемости затрат на замену оконных блоков в школьных здания

В школьном здании осуществляются энергосберегающие мероприятия путем замены оконных блоков на современные окна.

Как следует из таблицы 3.1,расход тепла в результате проведения энергосберегающих мероприятий по замене оконных блоков на современные окна сократился с 255,5 Гкал до 156,4 Гкал, т.е. на 99,1 Гкал. Если расход тепла до проведения энергосберегающих технологий принять за 100 %, то после их проведения расход тепла составит 61%.

Удельный вес данного энергосберегающего мероприятия в общей экономии тепла всей группы мероприятий составит 4,7 %.

Из раздела 1.2 данной методики берется формула определения расхода на энергозатраты и определяется экономия.

$$\mathbf{P_1 - P_2 = (O_1 \times Ц) - (O_2 \times Ц)} = (255{,}5 \times 600) - (156{,}4 \times 600) =$$

$$= 153300 - 93300 = 60000 \times 2 = 120 \text{ тыс. руб. в год}$$

255, 5 Гкал и 156,3 Гкал - расход тепла до и после проведения энергосберегающих мероприятий, а 600 руб. – стоимость 1 Гкал.

Сметная стоимость работ по замене оконных блоков на современные окна с учетом демонтажа старых окон составит 1200 тыс. руб.

Срок окупаемости инвестиций в проведение энергосберегающих мероприятий в школьных зданиях (согласно разделу 1.2 данной методики) определяется как частное от деления инвестиционных затрат на разность издержек в сфере эксплуатации до и после проведения энергосберегающих мероприятий

$$\mathbf{T_{ок}} = \frac{\mathbf{И}}{\mathbf{Э_1 - Э_2}} = \frac{1200000}{153300 - 93300} = \frac{1200000}{60000 \times 2} = \frac{1200000}{120000} =$$

$$= 10 \text{ лет.}$$

Таким образом, затраты на замену оконных блоков в школьных зданиях окупятся за 10 лет.

Пример расчета срока окупаемости затрат на утепление покрытий школьных зданий

В школьном здании осуществляются энергосберегающие мероприятия путем утепления покрытий.

Как следует из таблицы 3.1 расход тепла в результате проведения энергосберегающих мероприятий по утеплению покрытия

минераловатными плитами сократился с 123,5 Гкал до 42 Гкал, т.е. на 81,5 Гкал.

Если расход тепла до реконструкции принять за 100 %, то после ее проведения расход тепла составит 34 %. Удельный вес сбережения тепла за счет данного мероприятия в общей экономии тепла всей группы мероприятий составит 4 %.

Из раздела 1.2 данной методики берется формула определения расходов на энергозатраты и определяется экономия

$$P_1 - P_2 = (O_1 \times Ц) - (O_2 \times Ц) = (123500 \times 600) - (42000 \times 600) =$$

$$= 74100 - 25100 = 49000 \times 2 = 98 \text{ тыс. руб.}$$

Срок окупаемости при проведении энергосберегающих мероприятий (согласно разделу 1.2 данной методики) определяется как частное от деления инвестиционных затрат на разность издержек в сфере эксплуатации до и после проведения мероприятий.

Сметная стоимость работ по утеплению покрытия школьного здания путем укладки минераловатных плит составит 680 тыс. рублей.

$$T_{ок} = \frac{И}{Э_1 - Э_2} = \frac{680000}{74100 - 25100} = \frac{680000}{49000 \times 2} = \frac{680000}{98000} = 7 \text{ лет}$$

Таким образом, срок окупаемости инвестиционных затрат на утепление покрытий школьных зданий минераловатными плитами составит 7 лет.

Формат 60x84 1/8. Тираж 400 экз. Заказ № 351

Государственное унитарное предприятие —
Центр проектной продукции в строительстве (ГУП ЦПП)
127238, Москва, Дмитровское ш., 46, корп. 2.

Тел/факс: (095) 482-42-65 — приемная.
Тел.: (095) 482-42-94 — отдел заказов;
(095) 482-41-12 — проектный отдел;
(095) 482-42-97 — проектный кабинет.

gost.e-ecolog.ru