

# **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ОТОПЛЕНИЕ ЗДАНИЯ (СООРУЖЕНИЯ) ПРИ ВНЕДРЕНИИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ**

## **ОГЛАВЛЕНИЕ**

<b>ДОСТОИНСТВА МЕТОДИКИ.....</b>	<b>2</b>
<b>1. ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ МЕТОДИКИ.....</b>	<b>3</b>
<b>2. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....</b>	<b>6</b>
<b>3. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.....</b>	<b>8</b>
<b>4. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ .....</b>	<b>8</b>
<b>5. ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ .....</b>	<b>10</b>
<b>I. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНО-НОРМАТИВНОГО ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЯ СУЩЕСТВУЮЩЕГО ЗДАНИЯ НА ОСНОВЕ СОСТАВЛЕНИЯ ТЕПЛООВОГО БАЛАНСА .....</b>	<b>12</b>
<b>II. КОРРЕКТИРОВКА ПО РАСЧЕТУ НОРМАТИВНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ С УЧЕТОМ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА ЗДАНИЯ .....</b>	<b>14</b>
<b>III. РАСЧЕТ ЭКОНОМИИ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В СИСТЕМЕ ДЕЖУРНОГО ОТОПЛЕНИЯ.....</b>	<b>21</b>
<b>IV. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТОПИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЗДАНИЯ .....</b>	<b>23</b>
<b>V. ПРИМЕР РАСЧЕТА ПОТРЕБЛЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ОТОПЛЕНИЕ ЗДАНИЕМ ЗА ОТОПИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ СОГЛАСНО МЕТОДИКЕ .....</b>	<b>25</b>
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	<b>28</b>

## ДОСТОИНСТВА МЕТОДИКИ

Данная методика имеет следующие преимущества:

1. Производит расчет нормативного потребления тепловой энергии на отопление здания (в том числе многоквартирного дома) или сооружения при моделировании различных вариантов проведения энергосберегающих мероприятий.

2. Проводит анализ теплотребления реально существующего здания для определения потенциала экономии тепловой энергии при внедрении энергосберегающих мероприятий.

3. Позволяет принять решение о необходимости внедрения конкретных энергосберегающих мероприятий для обследуемого здания в целях рационального и эффективного использования энергоресурсов и получения максимальной экономии.

4. Для проведения расчета и получения экономии тепловой энергии при внедрении энергосберегающих мероприятий требуется минимальное количество исходных данных:

- назначение и тип здания;
- фактическое потребление тепловой энергии на отопление по месяцам за базовый год или отопительный период;
- год ввода в эксплуатацию здания;
- состояние ограждающих конструкций, включая тип и остекление окон;
- условия комфортного пребывания людей в здании за отопительный период (можно указать либо температуру внутреннего воздуха, либо определить условия по принципу: тепло, жарко, холодно).

Этих данных достаточно для моделирования ситуации при составлении теплового баланса, для определения норм расхода тепловой энергии, используя расчетно-аналитический метод, путем математического описания закономерности протекания процесса на основе учета нормообразующих факторов.

5. По расчетно-нормативному потреблению тепловой энергии на отопление здания определяется класс энергосбережения при внедрении конкретных энергосберегающих мероприятий. Если рассматривается энергосберегающее мероприятие - установка АИТП, в этом случае определяется класс энергосбережения здания до проведения энергосберегающих мероприятий.

6. Полученные результаты могут быть использованы в экономической модели для принятия решения собственником о финансировании энергосберегающих решений, а также инвестором, при составлении ТЭО в части получения потенциала экономии тепловой энергии при реализации энергосберегающих мероприятий.

7. Данная методика может быть использована и при наличии в здании системы вентиляции. Для этого необходимо знать назначение вентиляции: приточная, общеобменная или используется как воздушное отопление.

8. Расчет нормативного потребления тепловой энергии на отопление может проводиться и для группы зданий (МКД) с фактическим потреблением тепловой энергии на все здания с разбивкой по месяцам за базовый год или отопительный период. При этом потенциал экономии тепловой энергии и внедрение энергосберегающих мероприятий может проводиться как для всех так и выборочно по зданиям.

9. Для применения данной Методики разработано и апробировано компьютерное моделирование расчета нормативного теплоснабжения здания (многоквартирного дома), включающее в себя весь алгоритм расчета с учетом итерационных методов согласно методики расчета нормативного теплоснабжения существующего здания (сооружения) по определению потенциала экономии тепловой энергии за отопительный период.

## **ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ МЕТОДИКИ**

Основная задача отопления заключается в поддержании внутренней температуры помещений на заданном уровне. Для этого необходимо сохранение равновесия между тепловыми потерями здания и теплопритоком. Условие теплового равновесия здания может быть выражено составлением уравнения теплового баланса.

Методики расчета нормативного потребления тепловой энергии на отопление, которые приведены в действующих нормативных документах, являются верными, **но они не указывают, в каком случае будет достигнуто данное нормативное теплоснабжение здания.** Данные методики разработаны для использования при прогнозировании и планировании потребности в тепловой энергии зданием и **не учитывают фактическое состояние здания, а также не могут применяться для определения фактических показателей и, тем более, для определения потенциала экономии при внедрении энергосберегающих мероприятий.**

В настоящий момент, все существующие методики по определению нормативного теплоснабжения здания сводятся к определению количества тепловой энергии, необходимой на планируемый период. Таким образом, определение норм расхода тепловой энергии на нужды зданий, в существующих методиках, служат для планирования потребления тепловых ресурсов и не отражают реального состояния конкретного здания. Нормативное теплоснабжение определяется либо по удельной отопительной характеристике, которая принимается по установленным табличным формам, либо по расчетной тепловой нагрузке, которая, чаще всего, принимается по типовому или индивидуальному проекту. Что представляет собой нормативное теплоснабжение здания сказать сложно: либо это прогноз потребления тепловой энергии на планируемый период, либо необходимое количество тепловой энергии при эффективном и рациональном использовании, либо установление плановой меры тепловых ресурсов. Относительно каких нормируемых показателей мы определяем нормативное теплоснабжение?

Основной задачей нормирования является внедрение в практику планирования технически и экономически обоснованных прогрессивных норм расхода тепловой энергии с целью наиболее эффективного и рационального использования их при достижении максимальной экономии.

При разработке прогрессивных норм расхода тепловой энергии для отопления здания за основу могут быть приняты исходные данные о техническом состоянии здания, а также результаты энергетического обследования.

Определение прогрессивных норм расхода тепловой энергии для поддержания внутренней температуры помещений на заданном уровне в здании производится расчетно-аналитическим методом на основании фактического теплоснабжения.

Расчетно-аналитический метод предусматривает определение норм расхода тепловой энергии расчетным путем по статьям расхода на основе прогрессивных показателей использования этих ресурсов или путем математического описания закономерности протекания процесса на основе учета нормообразующих факторов.

Разработка данной методики включает расчетно-аналитический метод с определением фактических удельных показателей, на основании которых и рассчитывается нормативное теплоснабжение здания для определения потенциала экономии при внедрении конкретных энергосберегающих мероприятий.

При определении расчетно-нормативного теплотребления здания очень важно иметь информацию о состоянии существующего здания: год ввода в эксплуатацию, состояние ограждающих конструкций, включая окна, проведение текущих и капитальных ремонтов за время эксплуатации здания, условия для поддержания заданной внутренней температуры и сама фактическая внутренняя температура в целом по зданию за отопительный базовый период.

Данная информация может быть получена при интервьюировании, по заполнению опросных листов, по результатам визуального и/или инструментального энергетического обследования. **Чем больше собрано информации об объекте, тем точнее может быть определен потенциал экономии тепловой энергии при внедрении энергосберегающих мероприятий.**

Данная методика (Методика моделирования потребления тепловой энергии зданием (сооружением) при внедрении энергосберегающих мероприятий) **дает точный прогноз определения потенциала экономии с учетом определения расчетно-нормативного теплотребления здания при внедрении различных энергосберегающих мероприятий, направленных на экономию тепловой энергии зданием (сооружением) путем моделирования ситуации на основе составления теплового баланса для конкретного здания с учетом фактического теплотребления.**

При использовании данной методики, мы можем достоверно определить, какая экономия будет достигнута при внедрении конкретно одного или нескольких различных энергосберегающих мероприятий путем моделирования **конкретной ситуации теплотребления существующего здания, зная фактическое теплотребление.**

За основу разработки данной методики принята методика МДК 4-05.2004 при участии Академии коммунального хозяйства им. К.Д. Панфилова (далее Методика Панфилова).

Данная методика была выбрана, так как в основе всех руководств и методик по расчету теплотребления зданий лежит методика Панфилова. Расчетная формула, которая лежит в основе методики, для определения нормативного теплотребления была предложена еще в 1963 году профессором Е.Я. Соколовым и прописана в книге «Теплофикация и тепловые сети».

В разделе V, в качестве примера по данной Методике, приведен расчет потенциала экономии тепловой энергии на отопление здания при внедрении следующих энергосберегающих мероприятий:

1. Внедрение автоматического погодного регулирования подачи тепловой энергии в систему теплоснабжения здания и балансировке разводящих трубопроводов в системе отопления (установка АИТП)

При внедрении энергосберегающего мероприятия, установка АИТП, удельные нормы потребления не изменяются по отношению к удельным нормам существующего здания, меняются только условия подачи тепловой энергии в здание для поддержания внутренней температуры помещений здания на заданном уровне. Экономия тепловой энергии происходит за счет автоматического регулирования и снижение тепловых потерь за счет выравненного графика поступления тепла в здание.

2. Внедрение режима дежурного отопления

Как правило, режим дежурного отопления рассматривается совместно с установкой АИТП.

3. Утепление ограждающих конструкций и установка энергосберегающих окон (может рассматриваться вариант полной или частичной замены окон на окна ПВХ).

Экономия тепловой энергии при утеплении ограждающих конструкций и установке энергосберегающих окон рассматривается совместно с установкой АИТП.

Анализ режима работы системы отопления при фактическом потреблении показал, что здание соответствует классу энергосбережения «D» (определяется по расчетно-нормативному потреблению тепловой энергии при установке АИТП). Утепление ограждающих конструкций здания в данном случае предусматривает доведение до класса энергосбережения «C» с учетом потребности энергии на отопление.

## **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

В данной Методике изложен порядок проведения расчета эффективности проекта, определения нормативного теплоснабжения здания (сооружения) и определение потенциала экономии при внедрении энергосберегающих мероприятий, а также методика и обработка результатов расчета.

Методика включают в себя исчерпывающий перечень ссылок на нормативно-техническую литературу, отражающую всю необходимую информацию для расчета показателей экономии тепловой энергии.

Методика составлена с учетом требований нормативных документов:

1. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003.

2. СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003.
3. СП 61.13330.2012. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. Актуализированная редакция СНиП 41-03-2003.
4. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*
5. Типовая инструкция по технической эксплуатации тепловых сетей систем коммунального теплоснабжения МДК 4-02.2001.
6. Методика определения потребности в топливе, электрической энергии и воде при производстве и передаче тепловой энергии и теплоносителей в системах коммунального теплоснабжения МДК 4-05.2004.
7. Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок (утверждены приказом Министерства энергетики Российской Федерации от 24 марта 2003 года № 115).

Цель проведения расчета эффективности проекта отопительной системы зданий и сооружений заключается в обеспечении всех подключенных к тепловой сети потребителей расчетным количеством тепловой энергии для поддержания расчетных температур внутри отапливаемых помещений и заданных режимов работы при оптимальном режиме работы системы отопления.

## **2. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

2.1. Методика применяется для проведения оценки экономической эффективности проекта в части определения теплотехнических показателей зданий (многоквартирных домов) и сооружений с целью оценки определения тепловых потерь и выявления потенциала экономии тепловой энергии при внедрении энергосберегающих мероприятий.

2.2. Методика позволяет проводить теплотехнический расчет зданий и сооружений в реальных температурных условиях их эксплуатации по базисным показателям и получать качественные оценки и количественные параметры состояния.

2.3. Методика распространяется на подготовленные к эксплуатации, реконструированные и эксплуатируемые здания, строения и сооружения жилого и общественного назначения любого подчинения, в которых необходимо поддерживать определенную температуру и влажность внутреннего воздуха согласно требованиям нормативных технических документов.

2.4. Методика определяет обработку и оформление результатов теплового расчета при проведении оценки технического состояния и энергетического обследования зданий и сооружений с ежемесячным определением потенциала экономии для каждого объекта.

2.5. Полученные результаты теплового расчета могут быть использованы в принятии решения к выбору объекта для инвестирования энергосберегающих решений.

2.6. Расчет нормативного теплопотребления и определения потенциала экономии осуществляется для отопительной системы здания в отопительный период за базисный год с учетом сопоставимых условий.

2.7. Применение Методики обеспечивает определение нормативного теплопотребления здания и определение потенциала экономии с учетом критериев оценки технического состояния и параметров микроклимата здания, при корректировке по расчету нормативного потребления тепловой энергии.

Полученные результаты могут быть использованы в экономической модели для принятия решения собственником о финансировании энергосберегающих решений, а также инвестором, при составлении ТЭО в части получения потенциала экономии тепловой энергии при реализации энергосберегающих мероприятий.

## **3. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ**

3.1. Методика разработана с целью обеспечения выполнения требований:

- «Технического регламента о безопасности зданий и сооружений», введенного Федеральным законом РФ от 30 декабря 2009 N 384-ФЗ (с изменениями на 2 июля 2013 года) (статьи 29, 36, 40);
- Федерального закона 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» (с изменениями на 13 июля 2015 года) (статьи 9,11,12,15);
- Федерального закона "О теплоснабжении" от 27.07.2010 N 190-ФЗ (действующая редакция, 2016)
- Постановления Правительства РФ от 26 декабря 2014 г. N 1521 «Перечень национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»;
- Приказа Министерства энергетики Российской Федерации от 24 марта 2003 г. N 115 «Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок».

3.2. В настоящей методике использованы ссылки на документы по стандартизации: обязательные и дополнительные, определяющие требования к характеристикам зданий и сооружений.

#### 4. ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

В Методике используются следующие термины и определения:

**Объект теплоснабжения** (далее – **Объект**) – здание, сооружение, строение и/или помещение для работы теплоснабжающих установок, в которое подаётся тепловая энергия и/или теплоноситель.

**Потребитель тепловой энергии** – (далее - **Потребитель**) - юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, приобретающие тепловую энергию, теплоноситель для использования на принадлежащих ему на праве собственности или ином законном основании теплоснабжающих установках.

**Объём тепловой энергии** – количество тепловой энергии, подаваемое Потребителю (единица измерения Гигакалория)

**Теплоноситель** – вода, химически очищенная вода – предназначенная для передачи тепловой энергии путём изменения термодинамических параметров (температуры, давления). Тепловая энергия

**Тепловая нагрузка** – количество тепловой энергии, которое может быть принято Потребителем за единицу времени, что подтверждается проектом системы теплоснабжения Потребителя или определяется расчётным методом (в соответствии с объёмом здания и/или помещения).

**Теплоснабжающая установка** - устройство, предназначенное для использования тепловой энергии, теплоносителя для нужд потребителя тепловой энергии.

**Закрывающаяся система теплоснабжения** - водяная система теплоснабжения, в которой не предусматривается использование сетевой воды абонентами путем ее отбора из тепловой сети.

**Открытая система теплоснабжения** - водяная система теплоснабжения, в которой сетевая вода напрямую используется для удовлетворения нужд абонентов в горячей воде путем ее отбора из тепловой сети.

**Показатель энергоэффективности** - удельная величина потребления (потерь) энергоресурсов для продукции любого назначения, установленная государственными стандартами и иными нормативными правовыми актами для данной продукции, процесса, работ и услуг.

**Система теплоснабжения** - комплекс теплоснабжающих установок, тепловых сетей, предназначенный для использования одного или нескольких видов тепловой нагрузки (отопление, вентиляция, кондиционирование, горячее водоснабжение, технологические нужды)

**Тепловой пункт** - комплекс устройств, предназначенный для распределения тепловой энергии и теплоносителя, полученных от источника тепловой энергии, по системам теплоснабжения различного назначения (отопления, вентиляции, горячего водоснабжения и т.п.).

**Индивидуальный тепловой пункт (ИТП)** - тепловой пункт, обслуживающий здание или его части.

**Холодный период года** - период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха равной  $+ 10^{\circ}\text{C}$  и ниже.

**Теплый период года** - период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха выше  $+ 10^{\circ}\text{C}$ .

**Отопление** - процесс поддержания нормируемой температуры воздуха в закрытых помещениях.

**Система отопления** - техническая установка, состоящая из комплекта оборудования, связанного между собой конструктивными элементами, предназначенная для получения, переноса и передачи заданного количества теплоты в обогреваемое помещение.

**Температура воздуха** - осредненная по объему обслуживаемой зоны температура воздуха.

**Прогрессивная норма расхода тепловой энергии** – удельный показатель потребления тепловой энергии в результате внедрения новейших технических и энергосберегающих организационно-технологических мероприятий.

**Расчетно-нормативный расход тепловой энергии на отопление** - расчетно-нормативное потребление энергоустановками тепловой энергии с учетом нормативных потерь.

**Инфильтрация** – это не организованное поступление воздуха в помещение через неплотности в ограждениях зданий под действием теплового и ветрового давления, а также, возможно, вследствие работы механической вентиляции.

# I. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНО-НОРМАТИВНОГО ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЯ СУЩЕСТВУЮЩЕГО ЗДАНИЯ НА ОСНОВЕ СОСТАВЛЕНИЯ ТЕПЛООВОГО БАЛАНСА

Расчетно-нормативное теплотребление существующего здания (сооружения) - это то тепло, которое необходимо для поддержания заданной внутренней температуры воздуха на протяжении отопительного периода при реализации энергосберегающих мероприятий. Ошибочно полагать, что экономия тепловой энергии при доведении до расчетно-нормативного теплотребления существующего здания, к примеру, при автоматическом погодном регулировании (установке автоматического узла регулирования) может достигать 20-30 % и более.

**Экономия тепловой энергии при теплотреблении здания (сооружения) за год может быть достигнута в основном из-за перетопов, а это, как правило, осенне-весенний переходной отопительный период. Экономия в этот период может достигать 20-30 %. Поэтому в целом за год перерасход тепловой энергии по отношению к расчетно-нормативному теплотреблению может составлять не более 15 %.**

В основе определения расчетно-нормативного теплотребления существующего здания лежит составление теплового баланса.

Тепловой баланс фактического теплотребления здания применительно к объекту определяется следующим образом.

$$Q_{\text{факт}} = Q_{\text{норм}} + Q_{\text{инф}} + Q_{\text{огр}} + Q_{\text{тепл}} + Q_{\text{бал}} + Q_{\text{тем}} + Q_{\text{св}} \quad (1)$$

где  $Q_{\text{факт}}$  – фактическое потребление тепловой энергии за отопительный период.

$Q_{\text{норм}}$  – нормативное потребление тепловой энергии за отопительный период, рассчитанное по удельной отопительной характеристике или максимальной тепловой нагрузке здания (сооружения), согласно МДК 4-05.2004 или СП 50.13330.2012.

$Q_{\text{инф}}$  – количество тепла необходимое для нагрева избыточного воздуха, поступающего в здание, которое не учитывается при расчете нормативного теплотребления по МДК 4-05.2004

$Q_{\text{огр}}$  – дополнительные потери тепла через ограждающие конструкции здания, которые не учитываются при расчете нормативного теплотребления.

$Q_{\text{тепл}}$  – сверхнормативные потери тепловой энергии через ограждающие конструкции за счет увеличения коэффициента конвективного теплообмена (теплоотдачи конвекцией) на внутренней поверхности стены здания.

$Q_{бал}$  – сверхнормативные потери тепловой энергии, учитывающие разрегулирование температурных режимов внутри здания при разбалансировке системы отопления.

$Q_{тем}$  – дополнительное количество тепла необходимое для поддержания завышенной температуры внутреннего воздуха по отношению к нормативной.

$Q_{св}$  – дополнительные потери тепла в здании при фактическом теплоснабжении (в тепловом узле потребителя, в трубопроводах подвальной и чердачной разводки, через наружные двери и другие места).

Составление фактического теплового баланса дает возможность определить расчетно-нормативное теплоснабжение для объекта по факту потребления тепловой энергии с учетом дополнительных потерь тепла, полученных в ходе анализа исходных данных, приведенных в дополнительной информации.

Расчетное нормативное теплоснабжение по факту потребления тепловой энергии,  $Q_{норм}^P$ , с учетом составленного уравнения теплового баланса, приведенного в (1) и определенных дополнительных потерь тепла, которые не учитываются при расчете нормативного теплоснабжения согласно МДК 4-05.2004 или СП 50.13330.2012 определяется следующей формулой:

$$Q_{норм}^P = Q_{норм} + Q_{инф} + Q_{огр} + Q_{св} \quad (2)$$

Данное расчетное нормативное теплоснабжение существующего здания может быть обеспечено в совокупности при установке автоматизированного индивидуального теплового пункта АИТП и балансировке разводящих трубопроводов в системе отопления.

Проведение дополнительных энергосберегающих мероприятий, таких как: замена окон, установка теплоотражающих экранов, изоляция трубопроводов ИТП подвальной разводки и др. подразумевает расчет нормативного теплоснабжения  $Q_{норм}^{ЭМ}$  от внедрения данных энергосберегающих мероприятий по следующей формуле:

$$Q_{норм}^{ЭМ} = Q_{норм}^P \cdot (100 - \sum k_i) / 100 \quad (3)$$

где  $k_i$  - потенциал экономии при внедрении энергосберегающего мероприятия, выраженный в процентах.

Основной расчет нормативного потребления тепловой энергии применительно к объекту для зданий, построенных до 2003 года проводится согласно приложения 3 МДК 4-05.2004, а для зданий

постройки **после 2003 года** расчет нормативного потребления тепловой энергии проводится согласно СП 50.13330.2012.

График фактического потребления тепловой энергии по месяцам стремиться повторить контуры графика расчетного нормативного теплопотребления. Геометрическое отображение расчетно-нормативных значений по месяцам анализируемых показателей, получается с помощью математической формулы, как количество тепловой энергии, необходимой для отопления зданий на планируемый период, которое определяется согласно МДК 4-05.2004 по формуле (16). **Согласно теплового баланса данная формула не учитывает количество тепла необходимое для нагрева избыточного воздуха (фактическая инфильтрация через окна), а также дополнительные потери тепла через ограждающие конструкции здания с учетом продолжительности эксплуатации здания.**

Поэтому необходима корректировка формулы по расчету нормативного теплопотребления здания согласно МДК 4-05.2004 при увеличении нормативного потребления тепловой энергии с учетом:

- продолжительности эксплуатации здания (необходимо учитывать также периоды текущего и капитального ремонтов здания);
- средней воздухопроницаемости через существующие оконные проемы.

## **II. КОРРЕКТИРОВКА ПО РАСЧЕТУ НОРМАТИВНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ С УЧЕТОМ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА ЗДАНИЯ**

Дополнительные потери тепла через ограждающие конструкции здания, в частности, через наружные стены, окна, потолок и пол возникают вследствие длительного срока эксплуатации без учета замены, проведения текущего и капитального ремонтов, проведения профилактических и отделочных работ ограждающих конструкций с течением времени.

Так, средний срок эксплуатации ограждающих конструкций без изменения теплофизических свойств для наружных стен, покрытий и чердачных перекрытий составляет в среднем 35 лет (СТО 00044807-001-2006 «Теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий»), для окон в деревянных переплетах – 30 лет (ВСН 58-88. «Положение об организации и

проведении реконструкции ремонта и технического обслуживания зданий объектов коммунального и социально-культурного назначения»).

В табл. 1 приведены данные по тепловым потерям в различных типовых зданиях. Из таблицы видно, что наибольшими источниками потерь тепла в ограждающих конструкциях являются окна, затем стены, потолок и пол. К этому следует добавить тепловые потери с инфильтрацией, которые обычно составляют примерно 15-20% от общих потерь в зависимости от типа здания.

Таблица 1. Потери тепла через ограждающие конструкции в типовых зданиях

Тип здания	Потери тепла отдельным элементом, %			
	окна	наружные стены	потолок	пол
9-этажный жилой блочный дом	44,1	40,0	7,6	4,3
5-этажный жилой блочный дом	41,0	36,6	13,4	6,7
4-этажная школа	44,6	28,3	17,4	9,7
2-этажный детский сад	50,0	19,3	21,4	9,3
Одноэтажный коттедж	39,6	29,1	17,6	13,7

### ***1. Потери тепла через наружные ограждающие конструкции (стены, покрытия и чердачные перекрытия)***

Согласно СТО 00044807-001-2006 «Теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий» нормативное приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен из условий энергосбережения и долговечности приведено в таблице 2.

Таблица 2 - Нормативное приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен из условий энергосбережения и долговечности

Продолжительность эксплуатации наружных стен	Расчетная температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92 t <sub>H</sub> , °C					
	-10	-20	-25	-30	-40	-50
	Нормативное приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен					
80; 75; 70	0,74	0,99	1,11	1,24	1,48	1,73
65	0,88	1,18	1,32	1,48	1,75	2,05
60	0,95	1,27	1,42	1,60	1,89	2,21
55	1,00	1,33	1,50	1,73	2,00	2,32
50	1,05	1,40	1,57	1,79	2,10	2,44
45	1,15	1,53	1,72	1,93	2,30	2,68
40	1,20	1,60	1,80	2,00	2,40	2,80
35 и менее	1,40	1,80	2,00	2,20	2,60	3,00

Примечания:

Промежуточные значения следует определять интерполяцией.

## ***Увеличение нормативного потребления тепловой энергии с учетом продолжительности эксплуатации здания***

Теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции обратно пропорциональны приведенному сопротивлению теплопередаче. Тогда увеличение расчетного (нормативного) теплопотребления энергии в процентном отношении можно определить по формуле:

$$\mathcal{E}_n = \frac{\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1}}{\frac{1}{R_1}} \cdot \mathcal{E}_{cm} \cdot 100\% \quad (13)$$

где  $R_1$  – приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен при продолжительности эксплуатации 35 и менее согласно таблицы 2.

$R_2$  – приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен при фактической эксплуатации согласно таблицы 2.

$\mathcal{E}_{cm}$  – процент потерь тепла через наружные стены и потолок, согласно индивидуального проекта здания, технического паспорта или таблицы 1.

### ***2. Потери тепла через окна***

Вопросы воздухопроницаемости через окна имеют решающее значение для естественного воздухообмена. Существенное значение для воздухообмена имеет воздухопроницаемость окон.

До 1990-х годов основным материалом для оконных переплетов, предназначенных для зданий, являлось дерево. Были проведены многочисленные исследования воздухопроницаемости окон. В частности, испытания оконных переплетов, по данным ЦНИПС, показали, что при разности давлений 1 даПа через 1 м<sup>2</sup> образца **двойного переплета** воздухопроницаемость составила **38,7 кг/(ч м<sup>2</sup>)**. По данным испытаний Академии архитектуры СССР, для двойного переплета, один из которых промазан **замазкой**, воздухопроницаемость составила **30 кг/(ч м<sup>2</sup>)**. По данным испытаний ЦНИИЭП инженерного оборудования, средняя воздухопроницаемость окон, герметизированных **пенополиуретановыми прокладками**, составила **7,7 кг/(ч м<sup>2</sup>)**, а полушерстяным шнуром — 13,3 кг/(ч м<sup>2</sup>).

Необходимо помнить, что естественная вентиляция зданий традиционно основана на том принципе, что воздух в здание поступает через неплотности оконных заполнений. В то же время требования к воздухопроницаемости оконных заполнений изменялись с 1971 года в следующей последовательности:

– 1971 год – 18 кг/(м<sup>2</sup>·ч);

– 1979 год – 10 кг/(м<sup>2</sup>·ч);

– 1998 год – 5 кг/(м<sup>2</sup>·ч).

По данным ЦНИИЭП инженерного оборудования в 9-этажном жилом доме коэффициент воздухопроницаемости окон с отдельными переплетами без уплотнителей составлял 15 кг/(м<sup>2</sup> ч), что в 1,5 раза больше нормативной величины.

Согласно статье 22.05.2008 г. с сайта <http://www.oknamedia.ru/> портала о пластиковых окнах

**для деревянных окон с двойным остеклением в отдельных переплетах:**

1. Нормативная воздухопроницаемость (м<sup>3</sup>/час м<sup>2</sup>) – 10;

2. Реальная воздухопроницаемость (увеличение зазоров между створкой и рамой из-за усушки древесины, деформации переплетов и т.д.) (м<sup>3</sup>/час м<sup>2</sup>) ~ 20;

**По материалам сайта [www.okna.spb.ru](http://www.okna.spb.ru)**

Для деревянных окон в спаренных переплетах по ГОСТ 11214-84 (типы ОС15-12 и ОС15-18), установленных во многих домах массовой застройки их теплотехнические качества составляют, согласно СНИП 11-3-79\*:

приведенное сопротивление теплопередаче 0,39 кв. м °С/Вт;

нормативная воздухопроницаемость 10 кг/(кв. м/ч).

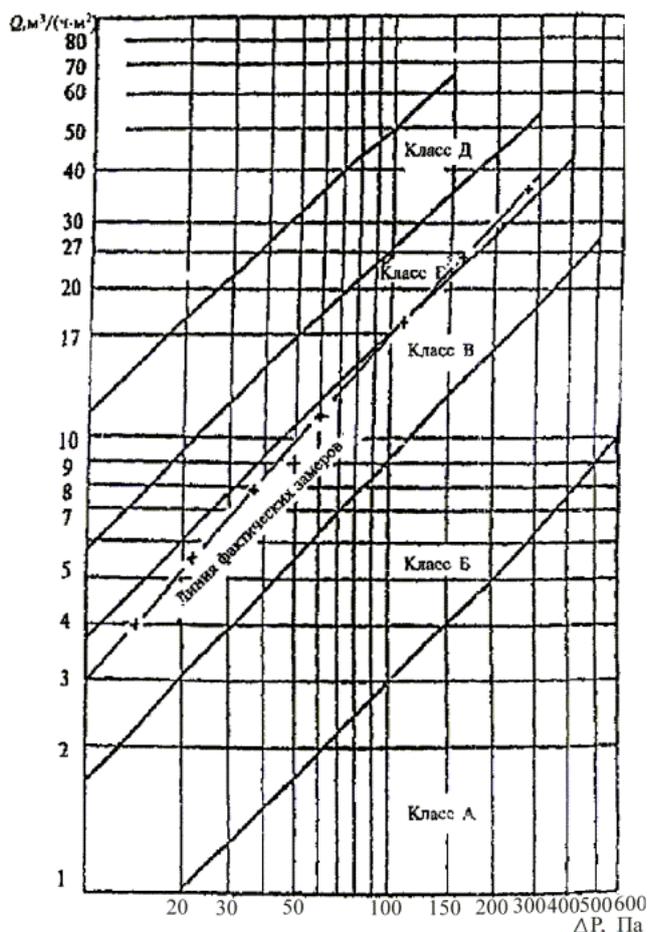
Реальная воздухопроницаемость таких окон, согласно проведенным исследованиям, составляет в среднем 25 кг/(кв. м/ч).

Согласно ГОСТ 23166-99 (Блоки оконные. Общие технические условия) по показателям воздухопроницаемости изделия подразделяют на классы, приведенные в таблице 3.

Таблица 3

<b>Класс</b>	<b>Объемная воздухопроницаемость при <math>\Delta P = 100</math> Па, м<sup>3</sup>/(ч×м<sup>2</sup>) для построения нормативных границ классов</b>
А	3
Б	9
В	17
Г	27
Д	50

Порядок определения классов воздухопроницаемости приведен на рисунке ниже



Воздухопроницаемость через оконные проемы определяется конструкцией типа окон. Согласно ГОСТ 31167-2009 Методы определения воздухопроницаемости ограждающих конструкций в натуральных условиях классы воздухопроницаемости определяются согласно таблицы 4.

По степени проникновения воздуха в здание через окна можно судить по таблице 4

Таблица 4. Классы воздухопроницаемости ограждающих конструкций объекта

Кратность воздухообмена при $\Delta p = 50$ Па ( $n_{50}, \text{ч}^{-1}$ )	Наименование класса
$n_{50} < 1$	<i>Очень низкая</i>
$1 \leq n_{50} < 2$	Низкая
$2 \leq n_{50} < 4$	Нормальная
$4 \leq n_{50} < 6$	Умеренная
$6 \leq n_{50} < 10$	Высокая
$10 < n_{50}$	<i>Очень высокая</i>

Согласно ГОСТ 26602.2-99 «Блоки оконные и дверные. Методы определения воздухо- и водопроницаемости» воздухопроницаемость

оконных блоков не нормируется, а определяется экспериментально. Нормативный срок эксплуатации деревянных окон составляет 30 лет (после данного срока эксплуатации рассматривается изменение класса воздухопроницаемости). В течении этого срока считается, что класс воздухопроницаемости на окна не должен изменяться.

В связи с вышеизложенным материалом испытаний воздухопроницаемости опытных образцов могут существенно отличаться от реальной воздухопроницаемости. В связи с этим воздухопроницаемость оконных проемов с деревянными переплетами практически может колебаться в широких пределах – от 25 до 35 кг/ч.

Согласно ГОСТ 23166-99 и ГОСТ 31167-2009 можно заключить что изменение класса воздухопроницаемости в сторону уменьшения ведет к завышению воздухопроницаемости в среднем в 2 раза. При эксплуатации окон более 30 лет изменение класса может производиться на 1, 2 и более позиций (к примеру: изменение класса воздухопроницаемости от нормального до умеренного или высокого согласно ГОСТ 31167-2009 или от класса Б до класса В или Г согласно ГОСТ 23166-99).

Данные результирующих таблиц 3 и 4, изменение класса по воздухопроницаемости (ГОСТ 23166-99 и ГОСТ 31167-2009 соответственно) согласуются с экспериментальными данными испытаний Академии архитектуры СССР, ЦНИИЭП инженерного оборудования, ЦНИПС и приведенных данных с сайта <http://www.oknamedia.ru/> портала о пластиковых окнах и материалов сайта [www.okna.spb.ru](http://www.okna.spb.ru).

С учетом срока эксплуатации окон (более 30 лет) для расчета нормативного теплотребления здания необходимо вводить поправочный коэффициент на дополнительные потери тепла инфильтрационного воздуха, связанного с завышенной воздухопроницаемостью.

Таким образом, если нормативная воздухопроницаемость для окон, установленных до 1998 года согласно ГОСТ 11214-84 «Окна и балконные двери деревянные с двойным остеклением для жилых и общественных зданий» (типы ОС15-12 и ОС15-18) составляет 10 кг/(м<sup>2</sup> ч), то с учетом эксплуатации (более 30 лет) согласно таблиц 3 и 4 можно заключить, что для класса воздухопроницаемости «Умеренная» количество поступающего воздуха в здание увеличивается в среднем в 2 раза, для класса «Высокая» – в 3 раза, Для класса «Очень высокая» – более чем в 3 раза.

Согласно СП 50.13330.2012 «низкий» и «очень низкий» классы воздухопроницаемости ограждающих конструкций имеют здания с окнами ПВХ.

Согласно таблиц 3 и 4 при расчете нормативного теплотребления здания по классам воздухопроницаемости можно установить следующую градацию по воздухопроницаемости на окна следующим образом:

1. При нормальной эксплуатации окон со сроком службы до 30 лет принимаем воздухопроницаемость  $10 \text{ кг}/(\text{м}^2 \text{ ч})$ .

2. При эксплуатации окон более 30 лет, а также для окон при эксплуатации менее 30 лет с завышенной инфильтрацией (к примеру: наблюдается снижение температуры в помещениях с наветренной стороны) принимается воздухопроницаемость окон от 20 до  $25 \text{ кг}/(\text{м}^2 \text{ ч})$ .

3. Если окна находятся в неудовлетворительном или аварийном состоянии и срок их эксплуатации более 30 лет, то принимаем воздухопроницаемость от  $30 \text{ кг}/(\text{м}^2 \text{ ч})$ .

### ***Пример расчета на снижение потребления тепловой энергии при замене деревянных оконных блоков на окна ПВХ***

Для проведения сравнительного анализа были взяты два варианта конструкции окон:

***ОС - деревянные окна в спаренных переплетах по ГОСТ 11214-84*** (типы ОС15-12 и ОС15-18), установленные во многих зданиях массовой застройки.

Их теплотехнические качества составляют, согласно СНИП II-3-79\*:  
приведенное сопротивление теплопередаче  $0,4-0,5 \text{ кв. м}^\circ\text{С}/\text{Вт}$ ;  
**нормативная воздухопроницаемость  $10 \text{ кг}/(\text{кв. м}/\text{ч})$ .**

**Реальная воздухопроницаемость таких окон, согласно проведенным исследованиям, составляет в среднем  $25 \text{ кг}/(\text{кв. м}/\text{ч})$ .**

#### ***ПВХ - окна из поливинилхлоридного профиля***

ПВХ-профиль характеризуется в среднем сопротивлением теплопередаче  $0,65 \text{ кв. м}^\circ\text{С}/\text{Вт}$

Нормативная воздухопроницаемость для окон из ПВХ-профиля составляет согласно СТО 00044807-001-2006 **Теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий  $-5,0 \text{ кг}/(\text{кв. м}/\text{ч})$ . Реальные результаты испытаний ПВХ-окон составляют  $3,0-4,0 \text{ кг}/(\text{кв. м}/\text{ч})$ .**

Снижение воздухопроницаемости при замене деревянных окон на окна ПВХ составляет минимум 60 %. Среднее значение экономии с учетом тепловых потерь с инфильтрацией 15-20 % составляет **9-12 %**.

Среднее значение сопротивления теплопередаче деревянных окон принимается  $0,45 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С}/\text{Вт}$ , окон ПВХ –  $0,65 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С}/\text{Вт}$ . Экономия тепловой энергии при снижении трансмиссионных потерь через окна составляет порядка 30 %.

Среднее значение трансмиссионных потерь тепловой энергии в целом по зданию (согласно таблицы 1) составляет:

Для 9-этажных жилых блочных домов:  $30 \times 44,1/100 = 13,2 \%$

Для 5-этажных жилых блочных домов:  $30 \times 41/100 = 12,3 \%$

Для 4-х этажных школ:  $30 \times 44,6 / 100 = 13,4 \%$

Для 2-х этажных детских садов:  $30 \times 50 / 100 = 15 \%$

**Таким образом, общая экономия при замене деревянных оконных блоков на окна ПВХ лежит в пределах 21,3 – 27 %.**

### **III. РАСЧЕТ ЭКОНОМИИ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В СИСТЕМЕ ДЕЖУРНОГО ОТОПЛЕНИЯ**

Расчет дежурного отопления направлен на уменьшение теплопотребления за счет снижения температуры рабочих помещений здания с нормируемой температурой  $t_6$ , °С до допустимой в нерабочее время  $t_d$ , °С.

Экономия тепловой энергии в режиме дежурного отопления достигается за счет программируемого снижения внутренней температуры в нерабочее время, праздничные и выходные дни.

Согласно СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003» в жилых и общественных зданиях в холодный период года в нерабочее время допускается снижать показатели микроклимата, принимая температуру воздуха ниже нормируемой, но не ниже:

15 °С - в жилых помещениях;

12 °С - в помещениях общественных, административных и бытовых.

1. Потребление тепловой энергии при внедрении системы дежурного отопления.

Общее фактическое потребление тепловой энергии в системе отопления здания за отопительный период при внедрении дежурного отопления, согласно количеству часов пребывания (отсутствия) персонала в здании будет складываться из количества тепла поступающего в здании с учетом присутствия и отсутствия персонала.

Годовое потребление тепловой энергии в системе регулирования дежурного отопления будет определяться по формуле:

$$Q_{до}^H = Q_{0max} \frac{t_6 - t_{н.с.}}{t_6 - t_p} \cdot N_{np.} + Q_{0max} \frac{t_d - t_{н.с.}}{t_6 - t_p} \cdot N_{om.}$$

где  $Q_{0max}$  – расчетная часовая тепловая нагрузка отопления отдельного здания согласно раздела I.

$t_{н.с.}$  - средняя температура наружного воздуха за отопительный период в базовом году.

$t_6$  – расчетная температура внутреннего воздуха;

$t_p$  – расчетная температура наружного воздуха;

$N_{np.}$  – количество часов пребывания персонала в здании в течении отопительного периода

$N_{om.}$  – количество часов отсутствия персонала в здании в течении отопительного периода

Данное выражение с учетом формулы, приведенной выше, преобразуется к следующему выражению:

$$Q_{\partial o}^n = \frac{Q_0}{N} \cdot \left( N_{np.} + \frac{t_{\partial} - t_{н.с.}}{t_{\partial} - t_{н.с.}} \cdot N_{om.} \right)$$

где  $N$  – количество часов в отопительном периоде;

$Q_0$  – расчетное (нормативное) потребление тепловой энергии без учета режима дежурного отопления (см. раздел I).

2. Экономия тепловой энергии за отопительный период в натуральном выражении.

В результате потребление тепловой энергии за базовый год отопительного периода составляет:

Без внедрения системы дежурного отопления,  $Q_0$ , Гкал.

С учетом внедрения системы дежурного отопления,  $Q_{\partial o}^n$ , Гкал

Экономия тепловой энергии в натуральном выражении определяется по формуле:

в натуральном выражении:

$$\mathcal{E}_n = Q_n - Q_{\partial o}^n ;$$

в процентном выражении по отношению к базовому году:

$$\mathcal{E}_n = \frac{Q_n - Q_{\partial o}^n}{Q_0} \cdot 100\%$$

Потребление тепловой энергии по месяцам в режиме дежурного отопления по месяцам определяется аналогично, с учетом помесячного потребления  $Q_0^{мес}$ .

По данным расчетного потребления тепловой энергии с учетом дежурного отопления в базовом году строится динамика потребления тепловой энергии по месяцам в виде диаграммы.

## IV. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТОПИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЗДАНИЯ

**1. Сверхнормативные потери тепловой энергии через ограждающие конструкции за счет увеличения коэффициента конвективного теплообмена (теплоотдачи конвекцией) на внутренней поверхности стены здания**

1. Согласно СНиП 23-02-2003 определяется нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции. К примеру, для школ, нормируемый температурный перепад для наружных стен составляет 4 °С.

2. Согласно СНиП 41-01-2003 нормируемая скорость движения воздуха в жилых и общественных зданиях составляет 0,1-0,2 м/с. Допустимая 0,3 м/с. Определяющим фактором потерь тепла через ограждающую конструкцию здания является коэффициент конвективного теплообмена,  $\alpha_k$  (теплоотдачи конвекцией) на поверхности стены, Вт/(м<sup>2</sup>·°С);

В практических расчетах конвективного теплового потока  $q_k$ , Вт, передаваемого конвекцией от движущейся среды к поверхности или наоборот (рис. 1), применяют уравнение Ньютона

$$q_k = \alpha_k(t_a - \tau) \quad (16)$$

где  $\alpha_k$  - коэффициент конвективного теплообмена (теплоотдачи конвекцией) на поверхности стены, Вт/(м<sup>2</sup>·°С);

$t_a$  - температура воздуха, омывающего поверхность стены, °С;

$\tau$  - температура поверхности стены, °С.9+

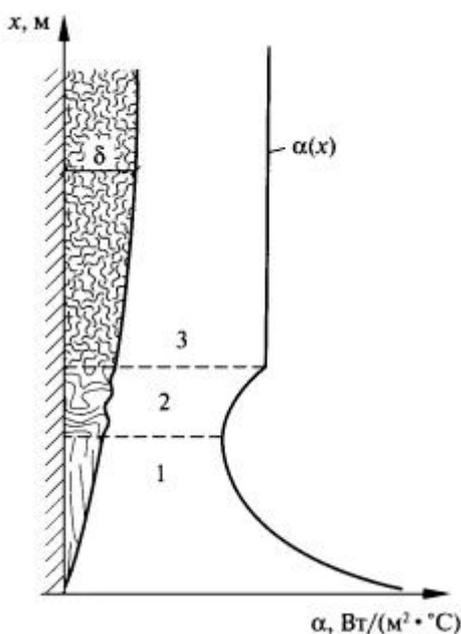


Рис. 1. Изменение коэффициента теплоотдачи при свободном движении вдоль вертикальной стены:

$\delta$  - толщина пограничного слоя; 1 - зона ламинарного течения воздуха; 2 - зона переходного течения воздуха; 3 - зона турбулентного течения воздуха

*Определение коэффициента конвективного теплообмена при изменении температуры воздуха, омывающего поверхность стены и температуры поверхности стены.*

Для расчета коэффициента конвективного теплообмена сначала А.М. Шкловером, а затем В.Н. Богословским были предложены формулы исходя из преимущественно турбулентного течения воздуха у внутренних поверхностей ограждения, для которого М.А. Михеев на основе экспериментальных данных привел зависимость коэффициента конвективного теплообмена  $\alpha_k$ , Вт/(м<sup>2</sup>·°С), для вертикальных ограждений, который прямо пропорционален разнице температур между стеной и внутренним воздухом в степени 1/3 ( $\alpha_k \sim \Delta t^{1/3}$ ).

При завышенной подаче тепла в здание (без учета автоматического регулирования) значение коэффициента конвективного теплообмена увеличивается на 4-8 %. Так как потери тепловой энергии через ограждающую конструкцию прямо пропорциональны коэффициенту конвективного теплообмена, то сверхнормативные потери тепла также составят 4-8 %.

*Определение коэффициента конвективного теплообмена на внутренней поверхности ограждения при смешанной (естественной и вынужденной) конвекции*

Для расчета коэффициента конвективного теплообмена  $\alpha_k$ , Вт/(м<sup>2</sup>·°С), при смешанной конвекции применяют формулу Франка

$$\alpha_k = 7,34v^{0,656} + 3,78e^{-1,91v} \quad (17)$$

При завышенной подаче тепла в здание (без учета автоматического регулирования) значение коэффициента конвективного теплообмена на внутренней поверхности ограждения, при смешанной конвекции при постоянной температуре воздуха, омывающего поверхность стены и температуры поверхности стены, увеличивается на 6,5-10 %.

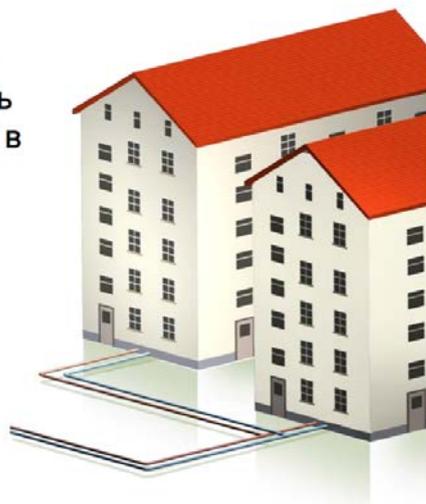
Таким образом, сверхнормативные потери тепла через ограждающие конструкции здания при завышенной подаче тепла в здание (за счет увеличения расхода теплоносителя и/или завышенном температурном графике) составят от **10,5 до 18 %**.

**2. *Дополнительное количество тепла учитывающее разрегулирование температурных режимов внутри здания при разбалансировке системы отопления.***

Балансировка системы отопления включает в себя установку балансировочных клапанов на постоянной разводке.

Исходя из практического применения эффективность балансировочных клапанов в муниципальных зданиях оценивается на уровне

5-10%.



Определяющим фактором сверхнормативных потерь тепла при разбалансировке системы отопления является увеличение коэффициента конвективного теплообмена на внутренней поверхности ограждения за счет конвекции.

В общем случае коэффициент разрегулирования температурных режимов здания за рассматриваемый период вычисляется

$$K_t = 100 \cdot \left( 1 - \frac{t_x - t_n}{t_x - t_p} \cdot \frac{t_m - t_n}{t_m - t_p} \right) \quad (18)$$

где  $t_x$  – средняя температура внутреннего воздуха в холодных помещениях здания, °С;

$t_m$  – средняя температура внутреннего воздуха в теплых помещениях здания, °С.

$t_p$  – расчетная температура наружного воздуха, °С;

$t_n$  – температура наружного воздуха, °С;

## **V. ПРИМЕР РАСЧЕТА ПОТРЕБЛЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ОТОПЛЕНИЕ ЗДАНИЕМ ЗА ОТОПИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ СОГЛАСНО МЕТОДИКЕ**

**Пример расчета типового объекта (одиночное здание)**

**Здание Школы г. Чебоксары**

**Исходные данные:**

- 1) Назначение объекта: Школа
- 2) Год ввода в эксплуатацию: 1979 г.

- 3) Объем здания по наружному обмеру: 20800 м<sup>3</sup>
- 4) Потребление тепловой энергии объектом с разбивкой по месяцам за отопительный период 2015 г.

Месяц	янв	фев	мар	апр	окт	ноя	дек	год
фактическое потребление тепловой энергии	210,6	175,1	157,8	114,1	144	165,1	178,2	1144,9
Фактическая продолжительность работы системы отопления	31	28	31	30	31	30	31	222
Количество рабочих дней в отопительном периоде	20	23	25	26	27	24	27	172
Фактическая среднемесячная температура наружного воздуха	-8,7	-6,1	-1,8	4	2,2	-1,4	-3,3	-2,13

- 5) Режим работы учреждения: с 7-30 до 19-30, 12 часов
- 6) Температура внутреннего воздуха в режиме дежурного отопления: 15 °С
- 7) Климатические параметры.
  - Расчетная температура наружного воздуха: -32 °С.
  - Расчетная температура внутреннего воздуха: 18 °С.
- 8) Удельная отопительная характеристика здания  $q_0$  (ккал/м<sup>3</sup> °С) определяется по назначению объекта и строительного объема согласно МДК 4-05.2004: 0,35 ккал/(м<sup>3</sup> °С)
- 9) Тип остекления: деревянные рамы - 79 %, пластиковые пакеты – 21 %.
- 10) Дополнительная информация
  - температура внутреннего воздуха в периоды отопительного сезона 17-21 °С;
  - отклонение температуры внутреннего воздуха по зонам и помещениям в здании в среднем составляют 21-17=4 °С.
  - превышение в среднем внутренней температуры воздуха по отношению к нормативной составляет 1-2 °С;
  - в переходные периоды (осенний, весенний) температура внутреннего воздуха в среднем выше на 2-3 °С;
  - осуществляется ручная регулировка;
  - состояние окон удовлетворительное;
  - капитального ремонта здания не проводилось;
  - в тепловом узле и разводящих трубопроводах частично отсутствует изоляция на подающем трубопроводе;
  - тип отопительных приборов: чугунные.

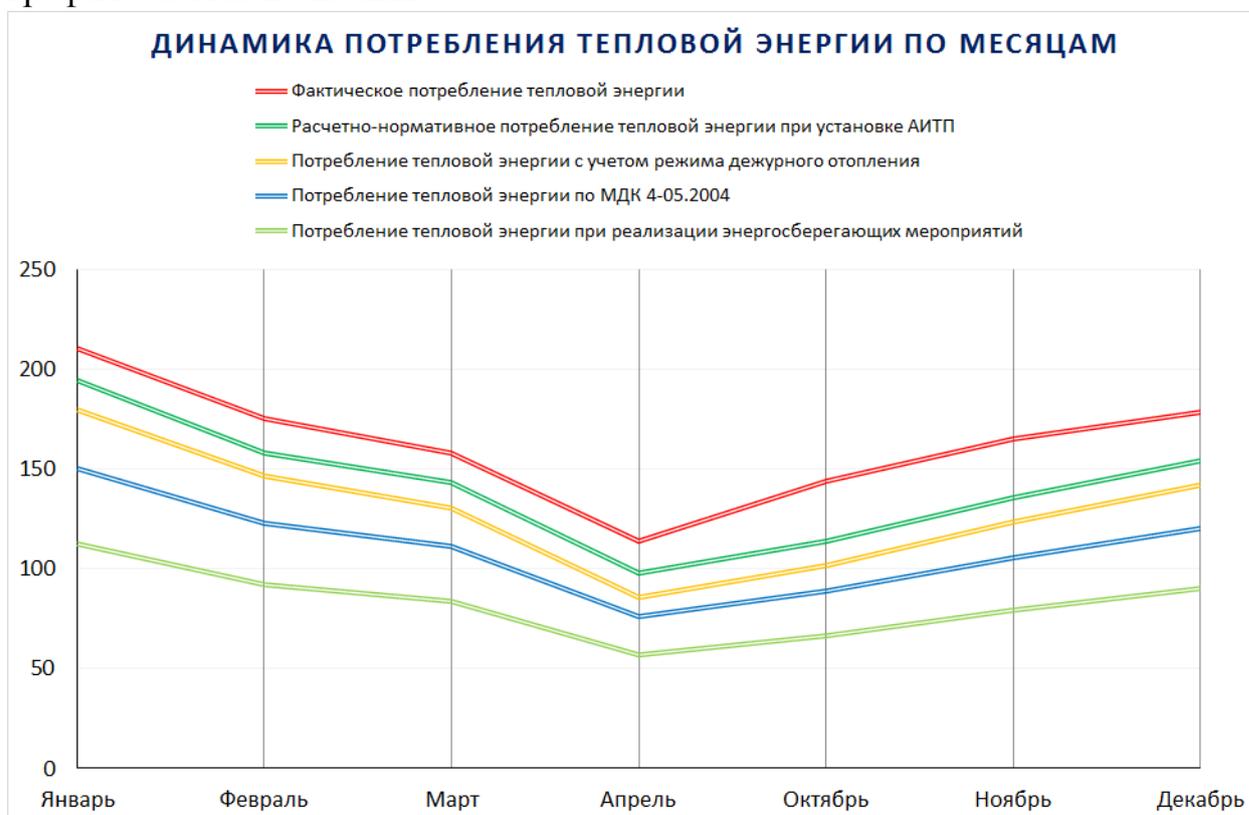
## 1. Расчет потенциала экономии тепловой энергии для различных режимов

Наименование	Ед. изм.	Янв	Фев	Мар	Апр	Окт	Ноя	Дек	Год
<b>Расчет потенциала экономии в рабочем режиме (расчетно-нормативное потребление)</b>									
Фактическое потребление тепловой энергии	Гкал	210,6	175,1	157,8	114,1	144	165,1	178,2	1144,9
Расчетно-нормативное потребление тепловой энергии	Гкал	194,6	158,2	143,3	97,5	113,9	135,8	154,4	997,7
Экономия тепловой энергии	Гкал	16	16,9	14,5	16,6	30,1	29,3	23,8	147,2
Экономия тепловой энергии	%	7,6	9,7	9,2	14,5	20,9	17,7	13,4	<b>12,9</b>
<b>Расчет потенциала экономии в дежурном режиме</b>									
Потребление тепловой энергии с учетом режима дежурного отопления	Гкал	179,8	146,6	130,3	85,7	101,7	123,2	142,1	909,4
Экономия тепловой энергии при внедрении системы дежурного отопления	Гкал	14,8	11,6	13	11,8	12,2	12,6	12,3	88,3
Экономия тепловой энергии при внедрении системы дежурного отопления	%	7	6,6	8,2	10,4	8,5	7,6	6,9	<b>7,7</b>
<b>Суммарная экономия тепловой энергии при расчетно-нормативном потреблении и дежурном отоплении</b>									
Общая экономия тепловой энергии	Гкал	30,8	28,5	27,5	28,4	42,3	41,9	36,1	235,5
Общая экономия тепловой энергии	%	14,6	16,3	17,4	24,9	29,4	25,4	20,2	<b>20,60</b>
<b>Расчет потенциала экономии при утеплении ограждающих конструкций, замене окон и установке АИТП</b>									
Потребление тепловой энергии при реализации энергосберегающих мероприятий	Гкал	112,7	91,9	83,6	57,2	66,7	79,3	89,9	581,4
Экономия тепловой энергии	Гкал	97,9	83,2	74,2	56,9	77,3	85,8	88,3	563,5
Экономия тепловой энергии	%	46,5	47,5	47	49,9	53,7	52	49,6	<b>49,2</b>
<b>Расчет потенциала экономии по методике Памфилова</b>									
Потребление тепловой энергии по МДК 4-05.2004	Гкал	150,3	122,6	111,5	76,3	89	105,7	119,9	775,3
Экономия тепловой энергии	Гкал	60,3	52,5	46,3	37,8	55	59,4	58,3	369,6
Экономия тепловой энергии	%	28,6	30	29,3	33,1	38,2	36	32,7	32,3

Согласно расчета по укрупненным показателям по МДК 4-05.2004 потенциал экономии получается завышенным 32,3 %. Данный расчет не учитывает год постройки здания, состояние существующих окон и воздухопроницаемость через оконные проемы. Тогда как расчет по вышеизложенной методике потенциал экономии в режиме расчетно-нормативного потребления по отношению к фактическому составляет 12,9 %. С учетом режима дежурного отопления потенциал экономии составляет 20,6 %.

Потенциал экономии при энергоэффективном потреблении тепловой энергии зданием Школы (утепление ограждающих конструкций, замена окон и установка АИТП) составляет 49,2 %.

Ниже приведена динамика потребления тепловой энергии зданием по месяцам при различных расчетных режимах потребления тепловой энергии в графическом исполнении.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Расчет нормативного теплоснабжения по вышеизложенной методике дает наиболее точное значение потенциала экономии тепловой энергии при внедрении автоматического погодного регулирования.

2. Согласно графика (динамика потребления тепловой энергии по месяцам), приведенного в примере расчета типового объекта (одиночное здание) раздела V, линия расчетно-нормативного потребления тепловой энергии по месяцам наиболее точно повторяет контуры линии фактического потребления. Это свидетельствует о том, что расчет нормативного потребления в рабочем режиме выполнен более корректно по отношению к расчету по укрупненным показателям согласно МДК 4-05.2004 (методика Панфилова)

**3. Данная методика по определению потребления тепловой энергии зданием (сооружением) позволяет нам однозначно определять потенциал экономии тепловой энергии независимо от того, насколько точно мы ввели объем здания или указали удельную отопительную характеристику. Тогда как расчет по укрупненным показателям согласно МДК 4-05.2004 для определения потенциала экономии требует точного ввода значений объема здания, удельной отопительной характеристики или максимальной часовой нагрузки здания на отопление, и, при этом, не учитываются дополнительные потери тепла от снижения сопротивления теплопередаче наружных стен в зависимости от года ввода в эксплуатацию здания, сезонное изменение на нагрев инфильтрационного воздуха и изменение коэффициента инфильтрации в зависимости от воздухопроницаемости через окна.**

4. По вышеизложенной методике, при определении расчетно-нормативного потребления тепловой энергии, зная максимальную часовую нагрузку здания на отопление, тип и состояние окон можно определить объем здания. Зная точный объем здания, нагрузку на отопление можно определить тип и состояние окон.

5. Расчет нормативного теплоснабжения и определение потенциала экономии при автоматическом погодном регулировании по отношению к фактическому теплоснабжению, согласно данной методике, на первом этапе, не требует точных значений характеристик здания. Требуется знание только фактического потребления тепловой энергии по месяцам и поддерживаемая внутренняя температура воздуха помещений здания. Эти показатели являются определяющими, вместе с фактическим распределением температур наружного воздуха по месяцам отопительного периода. В этом случае, погрешность расчета может составить максимум 3-4 %.

6. Данная методика может также использоваться для определения расчетно-нормативного теплоснабжения группы зданий (МКД), если нам известны фактическое теплоснабжение группы зданий по месяцам отопительного периода и часовые нагрузки каждого здания (МКД).

Дополнительная информация о состоянии зданий, окон, годов ввода в эксплуатацию и другая информация даст возможность сделать более точный расчет и анализ.