

Национальный исследовательский  
технологический университет «МИСиС»

## Модуль 1

# Проведении энергетических обследований

Лекции 1-4

## **Актуальность энергосбережения:**

- недостаточная обеспеченность материальными ресурсами (в частности, энергоресурсами) сдерживает рост производства;
- высокая энергоемкость производства плюс удорожание энергии снижают конкурентоспособность товаров по цене, провоцируют спад объемов производства;
- перебои в энергоснабжении, вызванные задолженностью энергоснабжающим организациям, стали частым явлением нашей жизни;
- ухудшение экологической обстановки, вызванное добычей энергии, требует немедленного принятия соответствующих решений;
- неэффективное распределение энергоресурсов (бюджетные организации, бытовые потребители используют значительное количество энергии при неполной оплате) дает серьезную нагрузку на бюджеты регионов.

## **Основное направление энергосбережения:**

- создание технологической базы, т. е. разработка, поиск и внедрение энергосберегающих
- технологий,
- реализация демонстрационных проектов высокой эффективности,
- внедрение технологий использования альтернативных источников энергии,
- уменьшение парка энергоемкого, физически и морально устаревшего
- оборудования,
- повышение эффективности использования сырьевых и топливно-энергетических ресурсов
- за счет внедрения новых экологически чистых технологий
- переход на природный газ.

## Согласование интересов участников энергосбережения

1. *Интерес производителя:* повышение выручки при ограничении потребителя по нагрузке, введении лимитов. Выручка повышается за счет наложения штрафов за превышение лимитов.

*Интерес потребителя:* отсутствует. У потребителя появляется стимул для внедрения энергосберегающих технологий. *Интересы не совпадают.*

2. *Интерес производителя:* повышение рентабельности за счет экономии издержек при внедрении энергосберегающих технологий (увеличение КПД генерирующих мощностей, снижение потерь в сетях и т. п.).

*Интерес потребителя:* повышение рентабельности в случае снижения тарифов на энергоресурсы в условиях естественного прироста потребления. Стимул для инвестирования в энергосбережение явно выражен только у производителя.

*Совпадение интересов неполное, косвенное.*

3. *Интерес производителя:* весьма вероятно увеличение тарифной выручки в случае инвестирования производителем в энергосберегающие технологии в условиях прироста потребления энергоресурсов потребителем. Затраты на энергосберегающие мероприятия, как правило, существенно ниже, чем затраты на производство такого же количества электроэнергии.

*Интерес потребителя:* экономия инвестиционных ресурсов на энергосбережении, возможность инвестирования в новые производственные мощности и, как следствие, увеличение потребления энергоресурсов. *Совпадение интересов сторон.*

4. *Интерес производителя:* при ограниченном росте или отсутствии роста потребления энергоресурсов вероятно снижение тарифной выручки. Производитель вынужден проводить собственные энергосберегающие мероприятия.

*Интерес потребителя:* увеличение рентабельности при внедрении энергосберегающих технологий. *Совпадение интересов отсутствует.*

## Основные нормативно-технические и справочные документы:

- Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 23.11.2009 г.
- Приказ №182 от 19.04.10 Министерства энергетики РФ «Об утверждении требований энергетическому паспорту».
- Правила разработки отчетной документации по результатам энергетического обследования (НП «БалтЭнергоЭффект», Протокол № 08-СП/Э/10 от 31 августа 2010 г.)
- Методические указания по обследованию энергопотребляющих объектов. М. МЭИ. 1996 г.
- «Правила проведения энергетических обследований организаций» (утверждены Минтопэнерго России 25.03.98 г.).
- МГСН 2.01.99. Энергосбережение в зданиях.
- СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий.
- ГОСТ 26629-85 «Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций».
- ГОСТ 26254-84. «Метод определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций».
- ГОСТ Р 51387-99 "Энергосбережение. Нормативно-методическое обеспечение. Основные положения".
- ГОСТ Р 51541-99 "Энергосбережение. Энергетическая эффективность. Основные положения".
- ГОСТ Р 51379-99 «Энергосбережение. Энергетический паспорт промышленного потребителя топливно-энергетических ресурсов. Основные положения. Типовые формы».

## Сведения об измерительной аппаратуре

Наименование средств измерений (кол-во)	Тип	Предел измерений	Погрешность измерения	Дата следующей поверки
1	2	3	4	8
Люксметр + <u>Яркомер</u>	ТКА-ПКМ 02	от 10 до 200 000 лк	±3,0	25.11.2011
Расходомер ультразвуковой	<u>Акрон 01</u>	Q - 0-400, м <sup>3</sup> /ч Du от 40 до 2000 мм температуре от - 10 до <u>+150 °C</u>	± 1,5 %	21.04.12
Анализатор	FLUKE- 435/001	0...- 600 В 0... -100 А	± 0,1 % ± 0,2 %	02.01.2012
<u>Тепловизор</u>	FLIR P660	Чувствительность <45 мК	±1% или 1°C	09.12.2011
Лазерный дальномер	Bosch DLE 50	0,05-50 м	±1,5 мм/м	24.10.2012

При измерении необходимо соблюдать следующие требования:

- на фотоэлемент не должна падать тень от человека, производящего измерения освещенности; если рабочее место затеняется в процессе работы самим человеком или выступающими частями оборудования, то освещенность следует измерять в этих реальных условиях;
- вблизи измерителя не должно быть крупных ферромагнитных масс и магнитных полей;
- при измерении освещенности от источников света (или светильников), расположенных под небольшими углами к плоскости фотоэлемента (менее 30°), возможно возникновение существенных ошибок.
- ежегодно производить градуировку фотоэлектрического люксметра, т.к. со временем наблюдается старение его интегральной чувствительности.

## **Система освещения общественных зданий.**

КЕО - коэффициент естественной освещенности

$$\text{КЕО} = \frac{E_{\text{внутр}}}{E_{\text{наруж}}} \cdot 100$$

где  $E_{\text{внутр}}$  – измеренная средняя освещенность внутри помещения, лк;

$E_{\text{наруж}}$  – измеренная наружная освещенность, лк.

## **Системы отопления, горячего водоснабжения, вентиляции и кондиционирования**

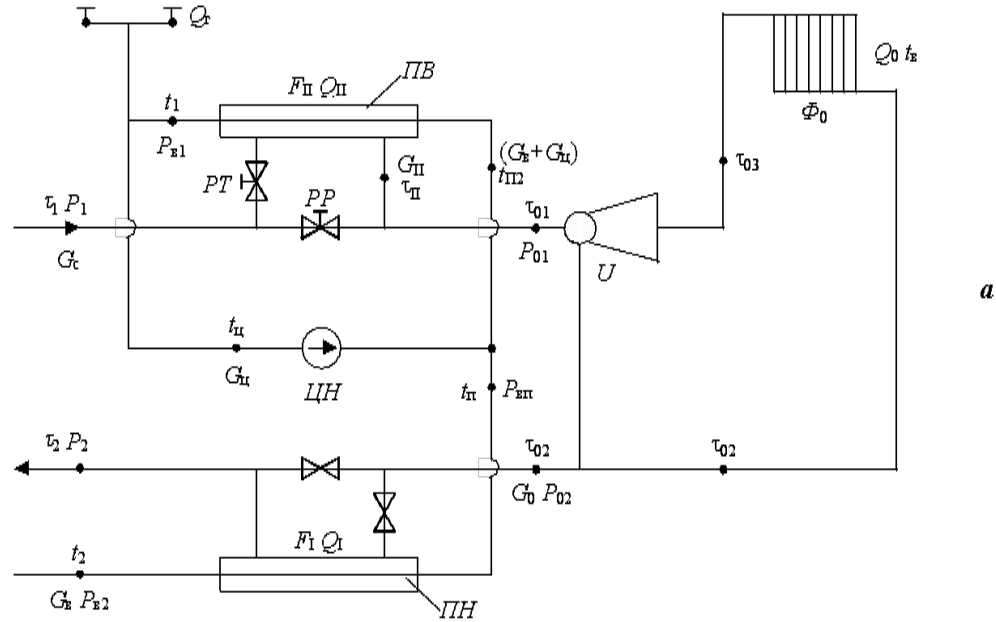
Погрешность измерения не должна превышать:

- 1) для расходов – 2,5 %;
- 2) для давлений – 0,1 кгс/см<sup>2</sup>;
- 3) для температур – 0,1°С.

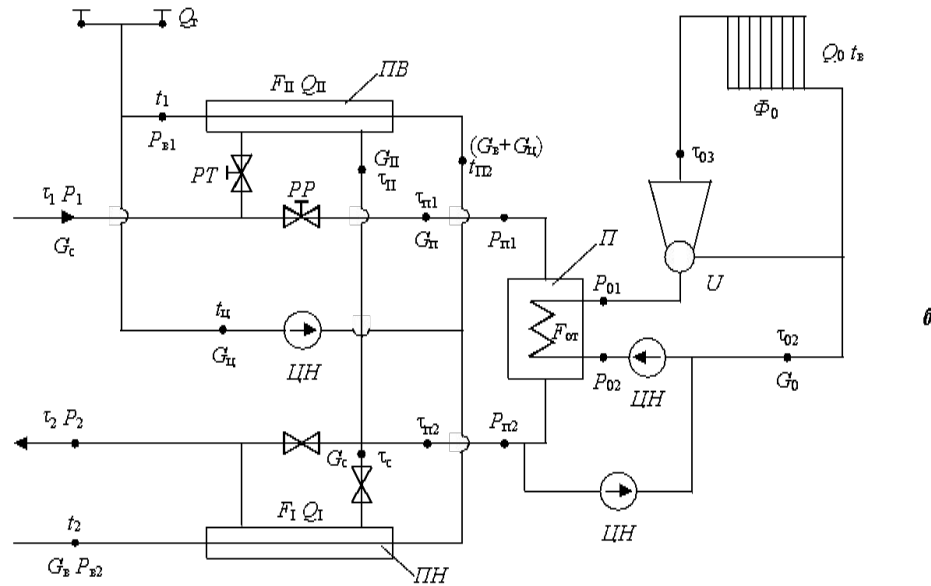
**Измерение расходов:** расходомеры «Portaflow» (Англия), «Sonoflo» и «Sonocal» (Дания) и др., имеющие аттестацию Госстандарта РФ.

**Измерение температуры:** ртутные термометры с ценой деления 0,1°С.

# Системы отопления и горячего водоснабжения здания



a



б

## **Измерения в системах отопления:**

- 1) расходы сетевой воды и воды в квартальной сети при независимой схеме;
- 2) температура сетевой воды и в квартальной сети;
- 3) средняя температура воздуха в отапливаемых помещениях;
- 4) давление сетевой воды и в квартальной сети при независимой схеме.

## **Измерения в системах вентиляции и кондиционирования:**

- коэффициенты загрузки  $k_{зф}$  и включения  $k_{вф}$  вентиляторов;
- время работы вентустановок в течение суток  $t_{рф}$ ,
- температуру воздуха внутри помещения  $t_{вн}$ ,
- среднюю температуру наружного воздуха  $t_{нв}$ ,
- кратность воздухообмена  $m$ .



# Котельные

## Перечень приборов

Для определения режима работы котла контролируются следующие параметры:

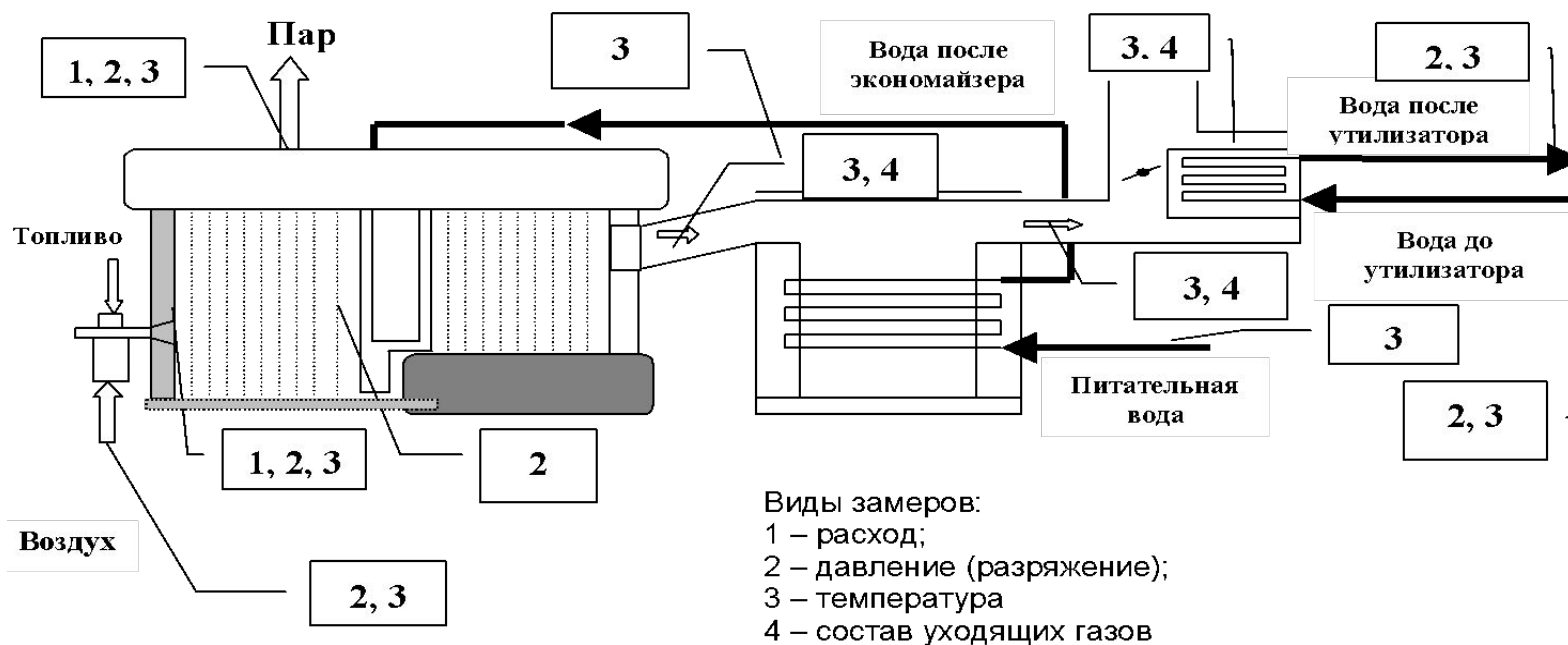
1. Температура воды, °С:
  - а) питательной перед котлом;
  - б) питательной перед экономайзером;
  - в) на входе в теплоутилизатор;
  - г) на выходе из теплоутилизатора.
2. Расход воды через теплоутилизатор, т/ч.
3. Температура продуктов сгорания, °С:
  - а) за котлом;
  - б) за экономайзером;
  - в) за теплоутилизатором.
4. Состав продуктов сгорания за котлом, за экономайзером, за теплоутилизатором: содержание CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub> (%).
5. Коэффициент избытка воздуха, о.е.:
  - а) за котлом;
  - б) за экономайзером;
  - в) за теплоутилизатором.

№	Измеряемый параметр	Наименование прибора, тип
1	O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , коэффициент избытка воздуха	Анализатор горения электронный KM 9006 "Quintox"
2	Расход жидкостей с температурой до 200 °С	Ультразвуковой расходомер жидкости "Portaflo 300"
3	Измерение толщины стенок металлических труб	Ультразвуковой толщиномер "SONAGAGE"
4	Измерение температуры поверхностей	Термометр инфракрасный бесконтактный "Raytek Rayst ST60"

## Допустимая погрешность измерений

№	Вид измерений	Измеряемые физические величины	Обеспечиваемые предельные значения	
			диапазон измерений	погрешность
1	Измерения расхода	Скорость потока жидкости Скорость потока воздуха	(0...10) м <sup>3</sup> /с (0...30) м <sup>3</sup> /с	< ±3% < ±3%
2	Измерения температуры	Температура	-199...1300 °С	< ±1 °С
3	Измерения состава и свойств веществ	Концентрация отходящих газов топливопотребляющих установок: - окись углерода (CO) - двуокись углерода (CO <sub>2</sub> ) - окись азота (NO) - двуокись азота (NO <sub>2</sub> ) - двуокись серы (SO <sub>2</sub> ) - кислород (O <sub>2</sub> ) - углеводороды (C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> )  Состав производственной воды: - Ph - жесткость - содержание железа - нефтепродукты	100...10000 ppm 0,3...20% 25...5000 ppm 50...1000 ppm 25...5000 ppm 0,25...25% 0,25...5% (по метану)	±10% ±1,5% ±5% ±5% ±5% ±1% ±5%  ±0,01 pH ±0,01 мг/л ±10 мкг/л ±40%
4	Электрические измерения	Параметры электрических сетей	< 2000 А < 750 В < 1200 кВ·А 45...65 Гц	< 1,5% < 1% < 2,5% < 1%

# Схема замеров, проводимых во время теплотехнических испытаний котлоагрегатов



- **Требования по выбору и определению показателей энергетической эффективности**
- **Показатели энергосбережения используют при:**
  - - планировании и оценке эффективности работ по энергосбережению;
  - - проведении энергетических обследований (энергетического аудита) потребителей энергоресурсов;
  - - формировании статистической отчетности по эффективности энергоиспользования.

**основные показатели энергетической эффективности:**

- - экономичность потребления ТЭР (для продукции при ее использовании по прямому функциональному назначению);
- - энергетическая эффективность передачи (хранения) ТЭР (для продукции и процессов);
- - энергоемкость производства продукции (для процессов). Показатели экономичности энергопотребления и энергетической эффективности передачи (хранения) ТЭР:
- - устанавливают в нормативных документах по стандартизации на продукцию в виде нормативных значений, определяемых в регламентированных условиях;
- - вводят в техническую (проектную, конструкторскую, технологическую, эксплуатационную) документацию на продукцию в виде:
- - нормативов потерь (расхода) энергии (энергоносителей), определяемых в регламентированных условиях использования продукции;
- - норм потерь (расхода) энергетических ресурсов (энергоносителей) для конкретных условий использования продукции (реализации технологического процесса).

## **Выбор номенклатуры и значений показателей экономичности энергопотребления**

- **Пример.** В качестве показателя экономичности энергопотребления для автомобиля выбирают расход топлива на перевозку 1 т груза на 1 км пути, т.е. расход топлива на единицу работы.
- **Пример.** В качестве показателя экономичности энергопотребления для насосов выбирают КПД, т. е. отношение полезной мощности насоса к мощности на приводном валу.
- **Пример.** Для бытовых холодильников в качестве показателя экономичности энергопотребления может быть принят расход электроэнергии за 1 сут., который необходим для поддержания средней температуры в холодильной камере (например, минус 5 °С), температуры в низкотемпературном отделении (например, минус 16 °С) при определенной температуре окружающей среды (окружающего воздуха, например, 25 °С).

В нормативной документации на изделия, потребляющие одновременно различные виды топлива/энергии или топлива и энергии, должны устанавливаться показатели экономичности энергопотребления:

- - по каждому виду топлива отдельно;
- - по всем видам топлива в сумме в пересчете на условное топливо;
- - по каждому виду энергии отдельно;
- - по всем видам энергии в сумме в пересчете к одному виду единиц измерения.

## Выбор номенклатуры и значений показателей эффективности передачи энергии

■ В качестве характерных параметров используют:

- расстояние, на которое передают энергию (энергоноситель);
- исходный энергетический потенциал (исходные параметры энергоносителя);

 размерные характеристики канала передачи энергии.

■ В качестве регламентированных условий указывают:

- исходный энергетический потенциал (на входе в систему);
- описание условий работы системы (вид энергоносителя, номинальные параметры энергоносителя, условия окружающей среды и др.);

 характеристики потребителя энергии.

■ Нормативные показатели эффективности передачи энергии устанавливают в форме:

- числовых значений и таблиц числовых значений;
- графических зависимостей потерь энергии в функции характерных параметров системы;
- аналитических зависимостей.

## Выбор номенклатуры и значений показателей энергоемкости

- Показатели энергоемкости изготовления продукции (изделия):
  - по всем видам топлива в сумме в пересчете на условное топливо;
  - по всем видам энергии в сумме в пересчете к одному виду единиц измерения;
  - суммарная энергоемкость по всем видам ТЭР в сумме в пересчете на условное топливо.
- В качестве технических условий могут выступать:
  - а) описание конструктивных технологических особенностей и характеристик изделия;
  - б) описание особенностей и характеристик основного и вспомогательного технологических процессов на данном предприятии, включающее:
    - описание последовательности и режимов технологических операций по всем составным элементам, единицам и изделию в целом;
    - характеристики исходного сырья, материалов, влияющие на затраты ресурсов топлива и энергии при их использовании и переработке на данном предприятии;
    - характеристики деталей, заготовок, комплектующих изделий, влияющие на энергозатраты при их последующей обработке и использовании в процессе изготовления конечной продукции;
    - характеристики основного оборудования (показатели его экономичности в отношении затрат топлива и энергии при эксплуатации), участвующего в технологических процессах основного и вспомогательного циклов, включая затраты топлива и энергии на подготовку технологической оснастки и инструмента;
  - в) характеристика и структура технологических потерь топлива и энергии в технологическом процессе для нормальных условий производства продукции на данном предприятии.

## Методы расчета потерь энергоносителей в образовательных учреждениях

Расчет потерь энергоносителей проводился на основании:

- СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий»,
- СНиП 23-01-99 «Строительная климатология»,
- СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»,
- ГОСТ 25380-82 «Здания и сооружения. Метод измерения плотности тепловых потоков, проходящих через ограждающие конструкции»,
- ГОСТ 26254-84 «Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций»

В расчетах приняты следующие обозначения и нормированные показатели:

$q$  – Удельный расход тепловой энергии (кДж/м<sup>2</sup>·оСсут)

$Q$  – Расход тепловой энергии (МДж)

$A$  – Площадь (м<sup>2</sup>)

$V$  – Объем (м<sup>3</sup>)

$zht$  – Продолжительность отопительного сезона (сут.)

$D$  – Градусосутки (для Приморского края оС·сут)

$t_{ext}$  – Температура наружного воздуха расчетная (оС)

$t_{in}$  – Температура воздуха внутри помещений (С)

$t_{ht}$  – Средняя температура наружного воздуха за отопительный период, (оС)

$R$  – Приведенное сопротивление теплопередаче (м<sup>2</sup>·оС/Вт)

$K$  – Коэффициент теплопередачи (Вт/ м<sup>2</sup>·оС).

- Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания

$$K_m^{tr} = \frac{b \times \left( \frac{A_w}{R_w^r} + \frac{A_F}{R_F^r} + \frac{A_{ed}}{R_{ed}^r} + n \times \frac{A_{cl}}{R_{cl}^r} + n \times \frac{A_f}{R_f^r} \right)}{A_e^{sum}}$$

$b$  – коэффициент, учитывающий дополнительные теплотери, связанные с ориентацией ограждений по сторонам горизонта принимается равным 1,1;

$A_w$  – площадь поверхности стен, м<sup>2</sup>;

$R_w^r$  – приведенное сопротивление теплопередаче стен, расчетное значение, м<sup>2</sup>·оС/Вт;

$A_F$  – площадь поверхности светопрозрачных конструкций, м<sup>2</sup>;

$R_F^r$  – приведенное сопротивление теплопередаче светопрозрачных конструкций, расчетное значение, м<sup>2</sup>·оС/Вт

$A_{ed}$  – площадь поверхности наружных дверей, м<sup>2</sup>

$R_{ed}^r$  – приведенное сопротивление теплопередаче наружных дверей, расчетное значение, м<sup>2</sup>·оС/Вт;

$n$  – коэффициент, принимаемый в зависимости от положения ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху;

$A_{cl}$  – площадь поверхности чердачных перекрытий 1180,1 м<sup>2</sup>

$R_{cl}^r$  – приведенное сопротивление теплопередаче чердачных перекрытий, расчетное значение, м<sup>2</sup>\* оС/Вт

$A_f$  – площадь поверхности цокольных перекрытий, м<sup>2</sup>

$R_f^r$  – приведенное сопротивление теплопередаче цокольных перекрытий, расчетное значение, м<sup>2</sup>\* оС/Вт

$A_{e sum}$  – общая площадь наружных ограждающих конструкций, м<sup>2</sup>



- Приведенный инфильтрационный коэффициент теплопередачи здания

$$K_m^{\text{inf}} = \frac{0,28 \times c \times n_a \times \beta_v \times V_h \times \rho_a^{\text{ht}} \times k}{A_e^{\text{sum}}}$$

$c$  – удельная теплоемкость воздуха, кДж/(кг·оС)

$n_a$  – средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период согласно ТСН 23-301-2004;

$\beta_v$  – коэффициент, учитывающий снижение объема воздуха из-за наличия внутренних ограждающих конструкций, при отсутствии данных принимается;

$V_h$  – отапливаемый объем, м<sup>3</sup>;

$\rho_a^{\text{ht}}$  – средняя плотность воздуха за отопительный период;

$k$  – коэффициент, учитывающий влияние встречного теплового потока.

- Общий коэффициент теплопередачи здания равен:

$$K_m = K_m^{\text{tr}} + K_m^{\text{inf}}$$

- Потребность в тепловой энергии в течение отопительного периода

$$Q_h^y = ((Q_h - Q_s - Q_{int})n\zeta) \times bhl$$

$\zeta$  - коэффициент эффективности авторегулирования подачи теплоты в системах отопления;  
рекомендуемые значения - 0,5;

$n$  - коэффициент снижения теплоступлений за счет тепловой инерции ограждающих конструкций;  
рекомендуемое значение - 0,8;

$bhl$  - нормативная потребность в тепловой энергии в течение отопительного периода - 1,13.

- Общие теплотери здания через ограждающие конструкции за отопительный сезон:

$$Q_h = 0,0864 \times K_m \times A_e^{sum} \times D$$

- Теплоступления в здание от солнечной радиации за отопительный период:

$$Q_s = t_f \times k_f \times (A_{F1} \times I_1 + A_{F2} \times I_2 + A_{F3} \times I_3 + A_{F4} \times I_4) + t_{scy} \times k_{scy} \times A_{scy} \times I_{hor}$$

$A_{F1}, A_{F2}, A_{F3}, A_{F4}$ , – площадь остекления по сторонам фасада здания;

$I_1, I_2, I_3, I_4$  - средняя за отопительный период интенсивность солнечной радиации на вертикальную поверхность фасада здания, ориентированную по сторонам света (принимается по СНиП 23-01-99)

$t_f$  – учитывающий затенение светового проема - 0,65;

$k_f$  – коэффициент относительного проникания солнечной радиации для светопропускающего заполнения окна - 0,80.

- Бытовые теплоступления:

$$Q_{int} = 0,0864 \times q_{int} \times z_{ht} \times A_{sum}$$