

# ТЕПЛОВАЯ МОЩНОСТЬ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

профессор, д.т.н.

**НЕВЗОРОВА**

**Алла Брониславовна**

# НАГРУЗКА ТЕПЛОВАЯ ОТОПЛЕНИЯ

(англ. Heat load of heating system ) –  
Сезонная тепловая нагрузка, требуемая  
для обеспечения комфортных условий  
по температуре воздуха в помещениях  
в холодный период года.

# ПЕРИОДЫ ГОДА

- **Холодный (отопительный)** - характеризующийся средней суточной температурой наружного воздуха  $t_n \leq +8 (+10) \text{ }^\circ\text{C}$
- **Теплый**  $t_n \geq +8 (+10) \text{ }^\circ\text{C}$
- **Переходной**  $t_n = +8 (+10) \text{ }^\circ\text{C}$

# РАСЧЕТ ТЕПЛОВОЙ МОЩНОСТИ

Проект отопления любого объекта начинается с теплотехнического (теплого) расчета.

⊙ *Что такое тепловой расчет?*

⊙ **Теплотехнический расчет**

(тепловой расчет / расчет тепловых потерь) — первоочередной документ для решения задачи теплоснабжения здания.

**Он определяет минимальную потребность объекта в тепловой энергии, затраты тепла каждого помещения, годовое и суточное потребление топлива.**

# РАСЧЕТ НЕОБХОДИМОЙ ТЕПЛОВОЙ МОЩНОСТИ

## ФОРМУЛА

для расчета необходимой тепловой мощности:

$$V \times \Delta T \times K = \text{ккал/ч}$$

Перед выбором обогревателя необходимо рассчитать минимальную тепловую мощность, необходимую для Вашего конкретного случая применения.

Обозначения:

V – объем обогреваемого помещения (ширина x длина x высота), м<sup>3</sup>

$\Delta T$  – Разница между температурой воздуха вне помещения и необходимой температурой внутри помещения, °C

K – коэффициент рассеивания



V – Ширина 4 м, Длина 12 м, Высота 3 м. Объем обогреваемого помещения 144 м<sup>3</sup>



$\Delta T$  – Температура наружного воздуха -5°C Требуемая температура внутри помещения +18°C Разница между температурами внутри и снаружи +23°C



K – Этот коэффициент зависит от типа конструкции и изоляции помещения

**K=3,0-4,0** Упрощенная деревянная конструкция или конструкция из гофрированного металлического листа. Без теплоизоляции.

**K=2,0-2,9** Упрощенная конструкция здания, одинарная кирпичная кладка, упрощенная конструкция окон и крыши. Небольшая теплоизоляция.

**K=1,0-1,9** Стандартная конструкция, двойная кирпичная кладка, небольшое число окон, крыша со стандартной кровлей. Средняя теплоизоляция.

**K=0,6-0,9** Улучшенная конструкция, кирпичные стены с двойной теплоизоляцией, небольшое число окон со сдвоенными рамами, толстое основание пола, крыша из высококачественного теплоизоляционного материала. Высокая теплоизоляция.

## ПРИМЕР:

требуемая тепловая мощность

$$144 \times 23 \times 4 = 13\,248 \text{ ккал/ч}$$

( $V \times \Delta T \times K = \text{ккал/ч}$ )

1 кВт = 860 ккал/ч

1 ккал] = 3,97 БТЕ

1 кВт = 3412 БТЕ

1 БТЕ = 0,252 ккал/ч

Теперь можно приступить к выбору модели нагревателя

plus teplo

# ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ТЕПЛООВОГО РАСЧЕТА УЧИТЫВАЕТСЯ ЦЕЛЫЙ РЯД ХАРАКТЕРИСТИК ОБЪЕКТА:

1. **Тип объекта** (многоэ- или одноэтажное здание, производное, административное или складское помещение, частный дом и пр.).
2. **Архитектурная часть** (размеры наружных стен, полов, крыши, размеры оконных и дверных проемов).
3. **Температурные режимы в каждом помещении** (по умолчанию принимается по ТКП)
4. **Конструкции наружных стен, полов, крыши** (толщина, тип применяемых материалов и утепляющих прослоек).
5. **Функциональное назначение помещений** (производственное, административное, складское, бытовое или жилое).
6. **Специальные данные** (в зависимости от назначения объекта). Например, продолжительность отопительного сезона, количество работающих в смену, число рабочих дней в году и т.д.
7. **Число точек разбора** горячей воды, количество человек, постоянно работающих в смену или проживающих в доме.

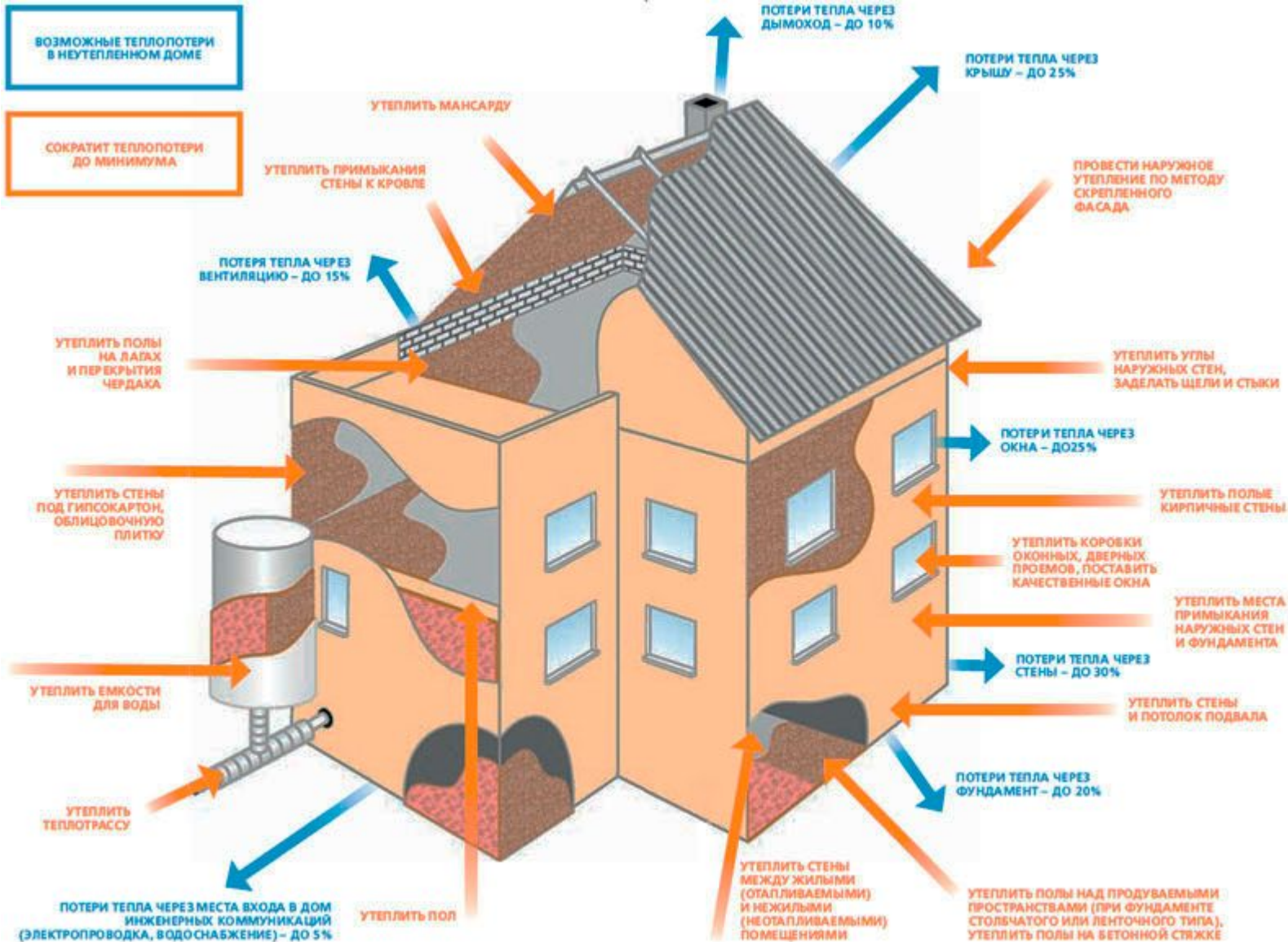


# ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ТЕПЛООВОГО РАСЧЕТА УЧИТЫВАЕТСЯ ЦЕЛЫЙ РЯД ХАРАКТЕРИСТИК ОБЪЕКТА:

1. Тип объекта (жилое / нежилое здание, этажность, частный дом и пр.).



# ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ТЕПЛООВОГО РАСЧЕТА УЧИТЫВАЕТСЯ ЦЕЛЫЙ РЯД ХАРАКТЕРИСТИК ОБЪЕКТА:





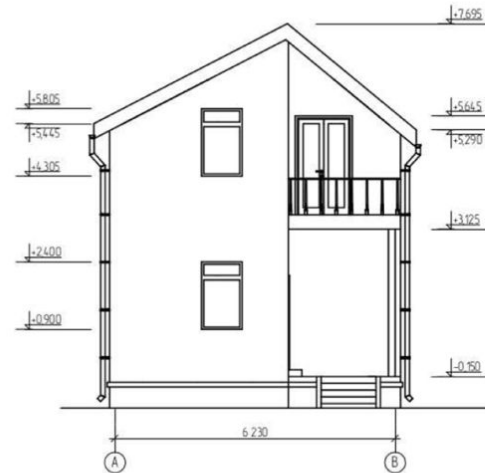
# ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ДОМ

## Индивидуальный жилой дом "Ольга"

Перспектива



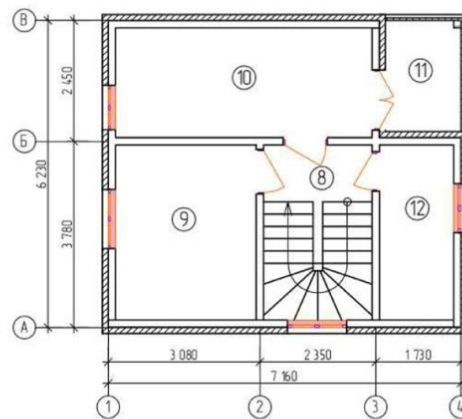
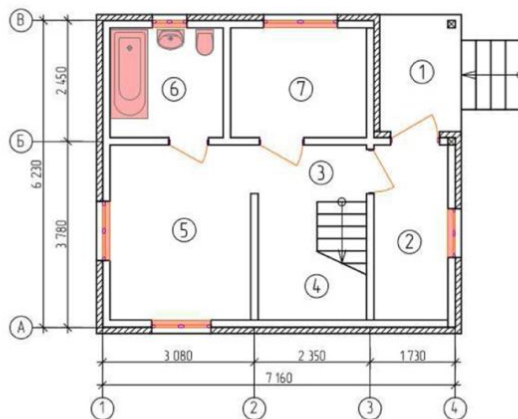
Фасад А-В



План 1-го этажа

План мансардного этажа

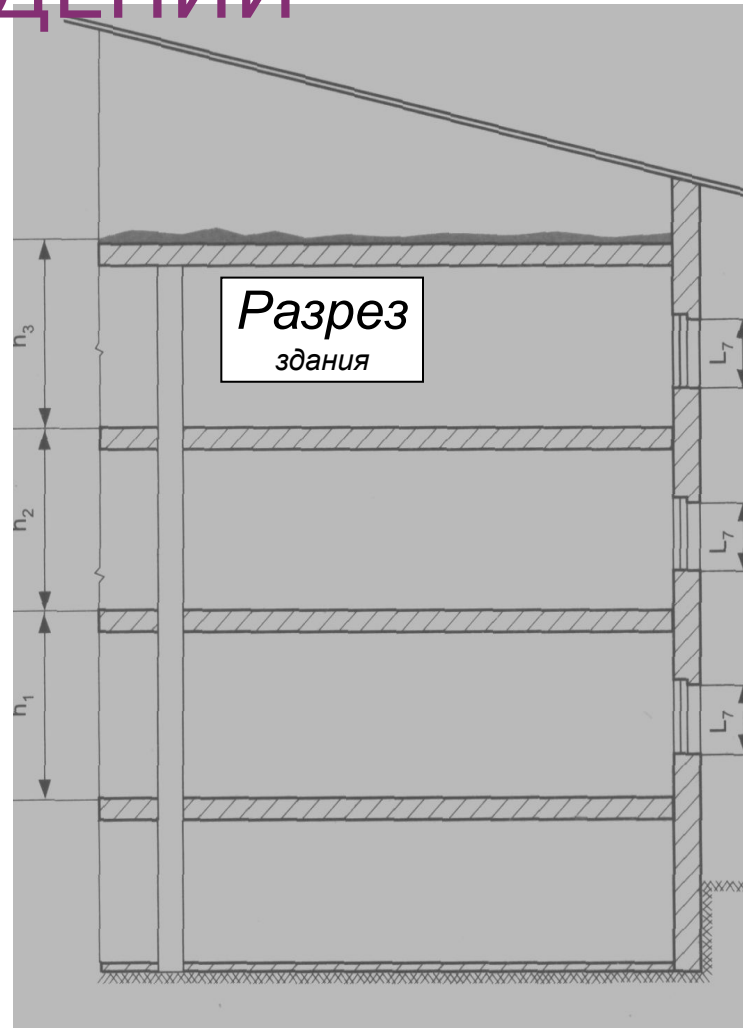
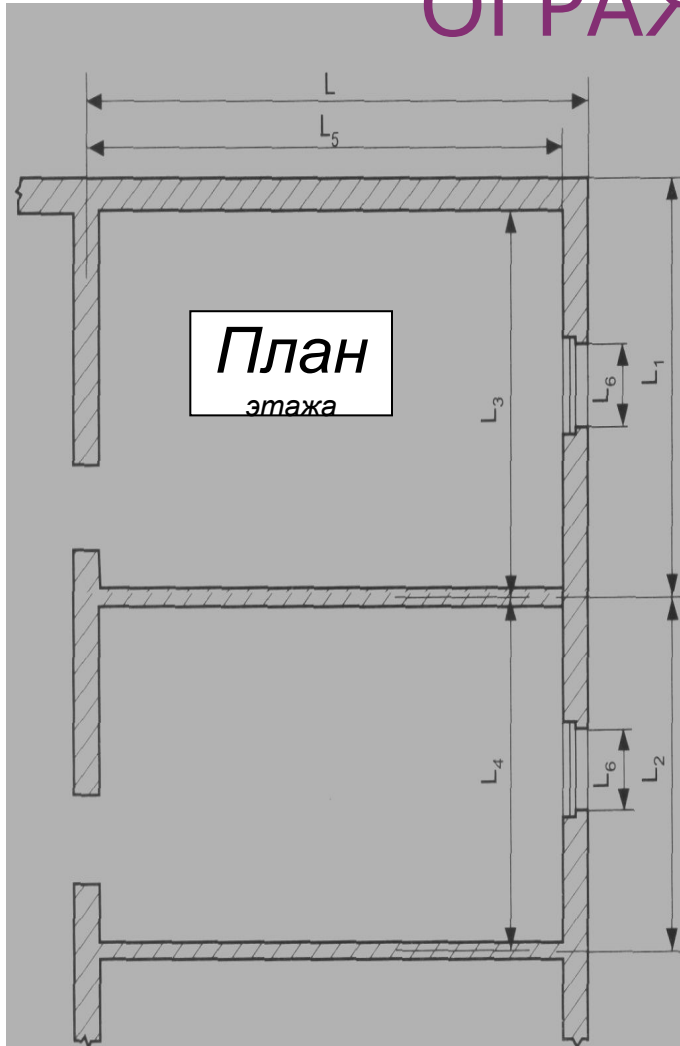
Экспликация помещений



№	Наименование помещения	Площадь м2
1	Крыльцо	3,93
2	Прихожая	5,11
3	Коридор	2,63
4	Лестница	5,42
5	Кухня	9,84
6	Санузел	4,90
7	Комната 1	5,89
8	Коридор	2,63
9	Комната 2	9,84
10	Комната 3	11,23
11	Балкон	3,93
12	Гардеробная	5,11
	Итого	70,46

Здание одноэтажное с мансардой с подвалом. Основные несущие конструкции – термоструктурные стеновые панели толщиной 150мм, деревянные фермы перекрытия и стропила. Внутренние стены и перегородки – из термоструктурных панелей. К стропилам крепятся потолочные панели толщиной 150мм. Кровля односкатная.  
**Общая площадь 70,46 м².**

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ ОГРАЖДЕНИЙ



# ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ТЕПЛООВОГО РАСЧЕТА УЧИТЫВАЕТСЯ ЦЕЛЫЙ РЯД ХАРАКТЕРИСТИК ОБЪЕКТА:

## 3. Температурные режимы

в каждом помещении (по умолчанию принимается по ТКП)

НАИМЕНОВАНИЕ ПОМЕЩЕНИЯ	ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА, °С, ОПТИМАЛЬНАЯ	ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА, °С, ДОПУСТИМАЯ
Жилая комната	20 – 22	18 – 24
Кухня	19 – 21	18 – 26
Туалет	19 – 21	18 – 26
Ванная	24 – 26	18 – 26
Межквартирный коридор	18 – 20	16 – 22
Вестибюль, лестничная клетка	16 – 18	14 – 20
Кладовые	16 – 18	12 – 22

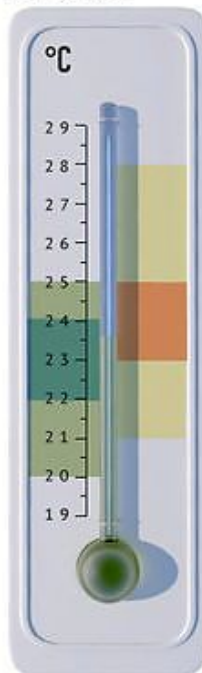
# ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ТЕПЛОВОГО РАСЧЕТА УЧИТЫВАЕТСЯ ЦЕЛЫЙ РЯД ХАРАКТЕРИСТИК ОБЪЕКТА:

## 3. Температурные режимы в офисных помещениях

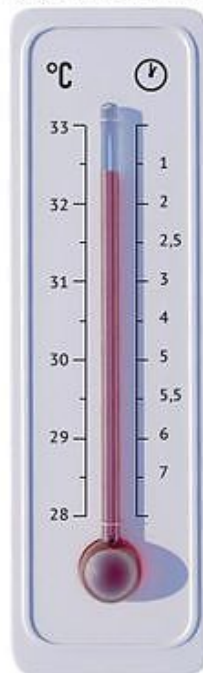
### Температурные нормы для офиса

Согласно санитарным правилам, установлены оптимальные и допустимые температурные нормы для офисных помещений

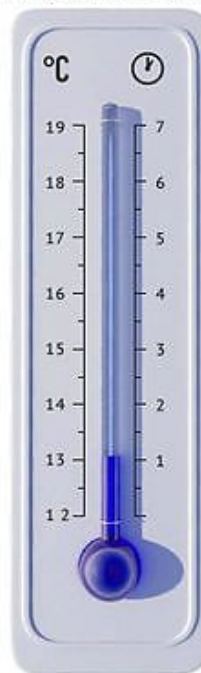
Оптимальные  
и допустимые  
температуры



Макс. продолжительность  
работы при t° выше  
допустимых значений



Макс. продолжительность  
работы при t° ниже  
допустимых значений



**10-20** тыс. руб.

или приостановление деятельности на срок до 90 суток – штраф за нарушение данных правил, налагаемый на юридические лица

Источник: СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»

ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ТЕПЛООВОГО РАСЧЕТА  
УЧИТЫВАЕТСЯ ЦЕЛЫЙ РЯД  
ХАРАКТЕРИСТИК ОБЪЕКТА:

## 4. Конструкции наружных стен, полов, крыши (толщина, тип применяемых материалов и утепляющих прослоек).



ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ТЕПЛОВОГО РАСЧЕТА  
УЧИТЫВАЕТСЯ ЦЕЛЫЙ РЯД  
ХАРАКТЕРИСТИК ОБЪЕКТА:

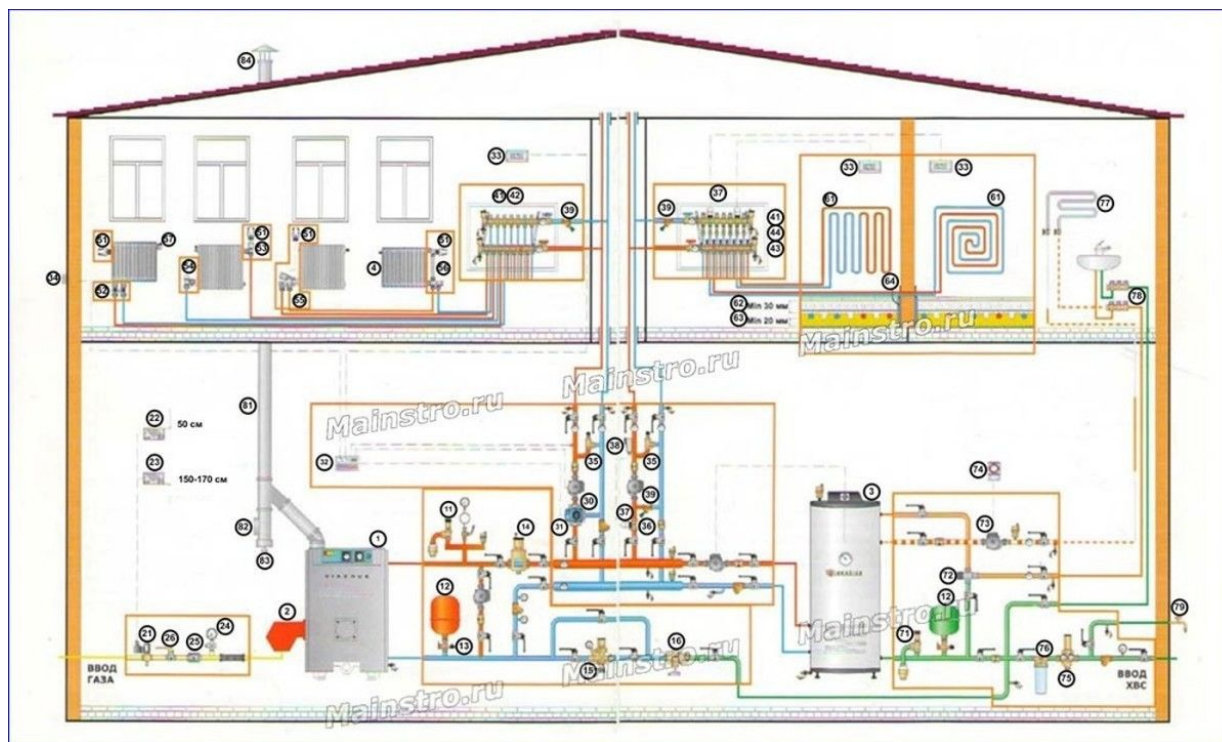
## 6. Специальные данные

(в зависимости от назначения объекта).

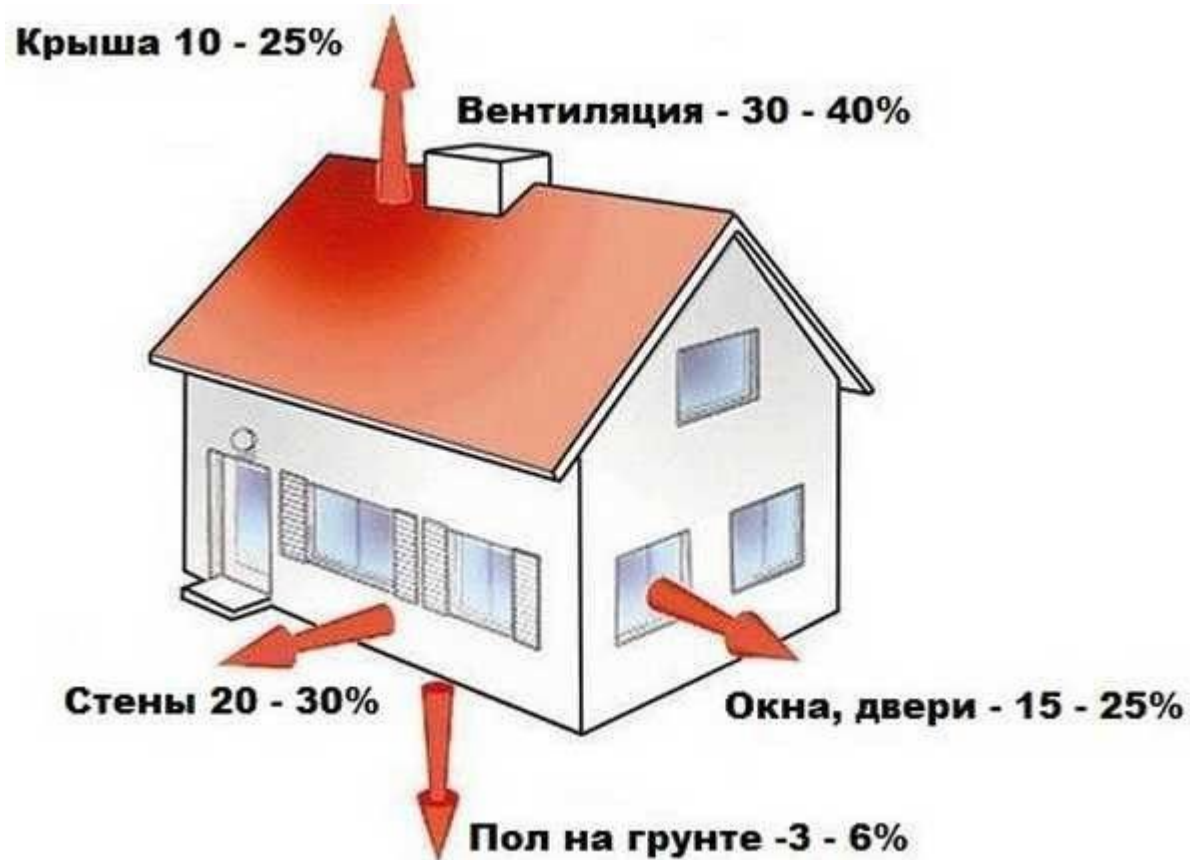
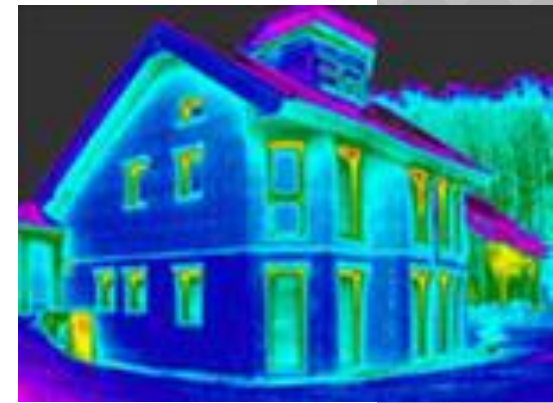
Например, продолжительность отопительного сезона, количество работающих в смену, число рабочих дней в году и т.д.

# ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ТЕПЛООВОГО РАСЧЕТА УЧИТЫВАЕТСЯ ЦЕЛЫЙ РЯД ХАРАКТЕРИСТИК ОБЪЕКТА:

7. Число точек разбора горячей воды,  
количество человек, постоянно работающих  
в смену или проживающих в доме.



# СТРУКТУРА ТЕПЛОВОГО БАЛАНСА ЗДАНИЯ



# ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС ПОМЕЩЕНИЯ

- Потери тепла через ограждения помещения
- Потери тепла на нагревание инфильтрующегося наружного воздуха
- Потери тепла через полы, лежащие на грунте
- Учет прочих источников поступления и затрат тепла
- Расчет тепловой потребности по укрупненным показателям

# ТЕПЛОВАЯ МОЩНОСТЬ

Для определения расчётной тепловой мощности системы отопления  $Q_{от}$  составляет баланс расходов теплоты для расчётных условий холодного периода года в виде

$$Q_{от} = dQ = Q_{огр} + Q_{и(вент)} \pm Q_{т(быт)} \quad (1)$$

где  $Q_{огр}$  - потери теплоты через наружные ограждения;  
 $Q_{и(вент)}$  - расход теплоты на нагревание поступающего в помещение наружного воздуха;  
 $Q_{т(быт)}$  - технологические или бытовые выделения или расход теплоты.

Методики расчета отдельных составляющих теплового баланса, входящих в формулу (1), нормируются



# ТЕПЛОВАЯ МОЩНОСТЬ

- В установившемся (стационарном) режиме потери равны поступлениям теплоты.
- Теплота поступает в помещение от людей, технологического и бытового оборудования, источников искусственного освещения, от нагретых материалов, изделий, в результате воздействия на здание солнечной радиации. В производственных помещениях могут осуществляться технологические процессы, связанные с выделением теплоты (конденсация влаги, химические реакции и пр.).

# РАСЧЁТНАЯ ТЕПЛОВАЯ МОЩНОСТЬ СИСТЕМЫ

- выявляется в результате составления теплового баланса в обогреваемых помещениях при температуре наружного воздуха  $t_{н.р}$ , называемой расчётной, равной средней температуре наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92  $t_{н.5}$  и определяемой для конкретного района строительства по нормам [3].
- Расчётная тепловая мощность в течение отопительного сезона используется частично в зависимости от изменения теплотерь помещений при текущем значении температуры наружного воздуха  $t_{н}$  и только при  $t_{н.р}$  - полностью.
- Изменение текущей теплопотребности на отопление имеет место в течение всего отопительного сезона, поэтому теплоперенос к отопительным приборам должен изменяться в широких пределах. Этого можно достичь путём изменения температуры и (или) количества перемещающегося в системе отопления теплоносителя. Этот процесс называют ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ.

# РАСЧЕТ ТЕПЛОПOTЕРЬ ПОМЕЩЕНИЙ

В жилых и общественных зданиях удельные теплотери через наружные ограждения ограничены нормами.

Так, средние по жилому зданию теплотери не должны превышать:

1. через вертикальные ограждения с учетом световых проемов 70 (60), Вт/м<sup>2</sup>,
2. через покрытия - 35 (40), Вт/м<sup>2</sup>,
3. и через цокольные перекрытия - 17,5 Вт/м<sup>2</sup>.

# РАСЧЕТ ТЕПЛОПТЕРЬ ПОМЕЩЕНИЯ КАК ОСНОВА ПОДБОРА ОТОПИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

- Ориентировочно можно принимать в 100 Вт на 1 кв. м площади при стандартной высоте потолков до 3 м.

В основном на теплопотери влияют следующие факторы:

- разница температур в помещении и на улице, т.е. чем она выше, тем больше теплопотери;
- теплоизоляционные свойства ограждающих конструкций (стены, перекрытия, окна).





# АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТ $Q$ ДЛЯ ПОМЕЩЕНИЯ

## Расчет тепловой мощности для помещения

Здесь Вы можете посчитать тепловую мощность, необходимую для покрытия всех теплопотерь помещения.

Введите данные о помещении, которое необходимо отопить:

Площадь помещения:	<input type="text" value="25"/> м <sup>2</sup>
Окна:	<input type="text" value="обычное остекление"/>
Стены:	<input type="text" value="стена в 2 кирпича или утеплитель 150мм"/>
Соотношение площадей окон и пола:	<input type="text" value="10%"/>
Минимальная наружная температура:	<input type="text" value="-25°C"/> °C
Число стен, выходящих наружу:	<input type="text" value="две"/>
Тип помещения, которое находится выше:	<input type="text" value="холодный чердак"/>
Высота помещения:	<input type="text" value="2,5 м"/> м
<input type="button" value="Выполнить расчет"/>	

Требуемая мощность отопителя - не ниже **3.96 кВт.**

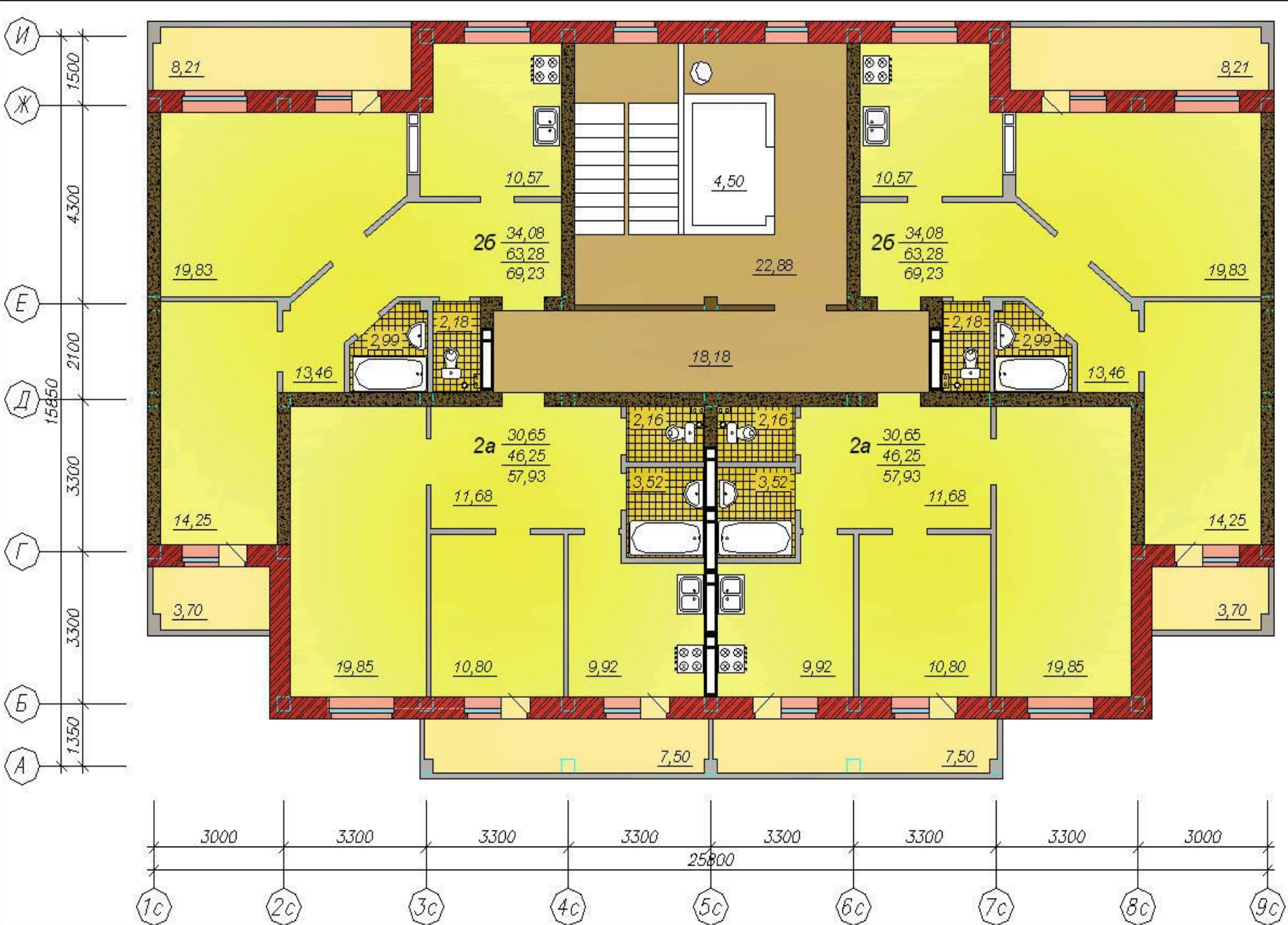
?

# РАСЧЕТ ТЕПЛОПOTЕРЬ ПОМЕЩЕНИЙ

Теплопотери каждого помещения определяют как сумму расчетных теплопотерь через все его наружные ограждения с учетом добавочных теплопотерь. При расчете используют формулу

$$Q = \frac{F(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})n}{R_0} (1 + \Sigma\beta)$$

И ВЫЧИСЛЯЮТ ИХ С ТОЧНОСТЬЮ ДО 5 - 10 Вт.



# ОСНОВНЫЕ ТЕПЛОПОТЕРИ

через ограждения помещения  $Q_{огр}$  определяют в зависимости от его площади, приведенного сопротивления теплопередаче ограждения и расчетной разности температуры помещения и снаружи ограждения.

**Площадь отдельных ограждений** при подсчете потерь теплоты через них должна вычисляться с соблюдением определённых нормами [1] правил обмера.

**Расчётная температура помещения** обычно задаётся равной расчётной температуре воздуха в помещении  $t_v$ , принимаемой в зависимости от назначения помещения по СНиП, соответствующим назначению отапливаемого здания.

Под расчётной температурой снаружи ограждения подразумевается **температура наружного воздуха**  $t_{н.р}$  или температура воздуха более холодного помещения при расчёте потерь теплоты через внутренние ограждения.

# Основные теплопотери + добавочные

$$Q = \frac{F(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})n}{R_0} (1 + \Sigma\beta)$$

- ⊙ где  $F$  - поверхность ограждения,  $\text{м}^2$ ;
- ⊙  $t_{\text{в}}$ ,  $t_{\text{н}}$  - расчетные температуры соответственно внутреннего и наружного воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ ;
- ⊙  $n$  - коэффициент учета положения наружной поверхности ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху. Значение коэффициента принимается по таблице 1;
- ⊙  $R_0$  - общее сопротивление теплопередачи конструкции ограждения;
- ⊙  $\beta$  - добавочные теплопотери в долях от основных потерь.



# ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ НАРУЖНОГО ВОЗДУХА

Область	Температура наружного воздуха $t_n$ , °C			Продолжительность отопительного периода $Z$ , сут	Средняя температура наружного воздуха, $t_n$ , °C	Средняя скорость ветра в зимний период времени $v$ , м/с
	средняя наиболее холодной пятидневки $t_{п5}^{0,92}$	средняя наиболее холодных суток $t_{п1}^{0,92}$	абсолютно минимальная $t_{п1}^{0,98}$			
Минская	<b>-24</b>	<b>-28</b>	<b>-33</b>	$\frac{202}{220}$	$\frac{-1,6}{-0,9}$	<b>4,05</b>
Гомельская	<b>-24</b>	<b>-28</b>	<b>-32</b>	$\frac{194}{212}$	$\frac{-1,6}{-0,8}$	<b>4,3</b>
Гродненская	<b>-22</b>	<b>-26</b>	<b>-31</b>	$\frac{194}{213}$	$\frac{-1,6}{-0,8}$	<b>5,3</b>
Витебская	<b>-25</b>	<b>-31</b>	<b>-37</b>	$\frac{207}{222}$	$\frac{-2,0}{-1,4}$	<b>5,3</b>
Брестская	<b>-21</b>	<b>-25</b>	<b>-31</b>	$\frac{187}{205}$	$\frac{0,2}{0,8}$	<b>3,6</b>
Могилевская	<b>-25</b>	<b>-29</b>	<b>-34</b>	$\frac{204}{221}$	$\frac{-1,9}{-1,1}$	<b>5,0</b>

**Примечание – Над чертой** – отопительный период начинается при температуре наружного воздуха **8 °C**, **под чертой** – при **10 °C**

# ПАРАМЕТРЫ МИКРОКЛИМАТА В ПОМЕЩЕНИИ

Помещение	$t_{в}, ^\circ\text{C}$	Влажность, %	Подвижность, м/с
1 Жилая комната	18	40-60	0,15-0,2
2 Угловая комната	20		
3 Совмещенный санузел	25		0,15-0,2
4 Кухня	18		
5 Лестничная клетка, коридор	16		

А - сухой режим эксплуатации (40-50 %),  
Б - нормальный (50-60 %)

Таблица 1 – Значения коэффициента  $n$

Ограждающие конструкции	$n$
<b>1 Наружные стены и покрытия, перекрытия чердачные с кровлей из штучных материалов и перекрытия над подъездами</b>	<b>1</b>
<b>2 Перекрытия над холодными подвалами, сообщающиеся с наружным воздухом; перекрытия чердачные с кровлей из рулонных материалов</b>	<b>0,9</b>
<b>3 Перекрытия над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах</b>	<b>0,75</b>
<b>4 Перекрытия над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенных выше уровня земли</b>	<b>0,6</b>

# СОПРОТИВЛЕНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ

- Ограждающие конструкции препятствуют проникновению тепловой энергии наружу, потому что обладают определенными теплоизоляционными свойствами, которые измеряют величиной, называемой  
**сопротивлением теплопередаче.**

- Эта величина показывает, каков будет перепад температур при прохождении определенного количества тепла через  $1\text{ м}^2$  ограждающей конструкции или сколько тепла уйдет через  $1\text{ м}^2$  при определенном перепаде температур.

Итак, давайте представим следующие величины:

- $q$  - количество тепла, которое теряет  $1\text{ м}^2$  ограждающей конструкции, измеряемое в ваттах на квадратный метр ( $\text{Вт}/\text{м}^2$ );
- $\Delta t$  - разница температур снаружи и внутри помещения ( $^{\circ}\text{C}$ );
- $R$  - сопротивление теплопередаче ( $^{\circ}\text{C}/\text{Вт}/\text{м}^2$  либо  $^{\circ}\text{C}\cdot\text{м}^2/\text{Вт}$ ).

# НОРМАТИВЫ

$R_{T, \text{норм}}$  , установленного ТКП 45-1.04-43-2006 [1].

Мероприятия по энергосбережению в области сохранения тепла при отоплении зданий касаются увеличения при строительстве термического сопротивления ограждающих конструкций. Согласно [1, таблица 5.1] нормативное сопротивление теплопередаче  $R_{T, \text{норм}}$  ( $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ ) составляет:

**2,0 – для наружных стен из штучных материалов (кирпича);**

**2,2 – наружных стен монолитных зданий;**

**2,5 – наружных стен крупнопанельных зданий;**

**3,0 – перекрытий чердачных и подвальных;**

**0,6 – заполнения световых проемов.**

- В этой тонкой воздушной прослойке (пограничный слой) происходит резкий скачок от температуры стены до температуры окружающего воздуха (см. рис. 1), то есть она имеет свое сопротивление передаче тепла. Поэтому на самом деле при утечке тепла через стену надо рассматривать полное тепловое сопротивление:
- $R_0(\text{полн.}) = R(\text{стен.}) + R(\text{внутр. погранслоя}) + R(\text{нар. погранслоя})$

# ОСНОВНЫЕ ТЕПЛОПОТЕРИ +

- Основные теплотери через ограждения часто оказываются меньше действительных их значений, так как при этом не учитывается влияние на процесс теплопередачи некоторых *дополнительных факторов* (фильтрации воздуха через ограждения, воздействия облучения солнцем и излучения поверхности ограждений в сторону небосвода, возможного изменения температуры воздуха внутри помещения по высоте, врывание наружного воздуха через открываемые проёмы и пр/ ). Определение связанных с этим дополнительных теплотерь также нормируется СНиП [1] в виде **ДОБАВОК** к основным теплотерям.

# ДОБАВОЧНЫЕ ТЕПЛОПТЕРИ

через ограждения принимают как установленные практикой поправки к основным теплопотерям.

## Добавочные теплопотери $\beta$

через ограждающие конструкции следует принимать **в долях от основных потерь** согласно приложению Ж [3]:

- ◉  $\beta_1$  – ориентацию наружных ограждений по сторонам света: на север, восток, северо-восток, северо-запад – 0,1; на запад и юго-восток – 0,05; на юг и юго-запад – 0;
- ◉  $\beta_2$  – в угловых помещениях дополнительно по 0,05 на каждую стену и окно;
- ◉  $\beta_3$  – проникание в помещение холодного воздуха при открывании наружных дверей при высоте здания  $h$ . Для учета затраты теплоты на его нагревание вводят надбавки к теплопотерям наружных дверей: при одинарных дверях –  $0,22h$ , при двойных дверях без тамбура –  $0,34 h$ ; при двойных дверях с тамбуром между ними –  $0,27h$ .



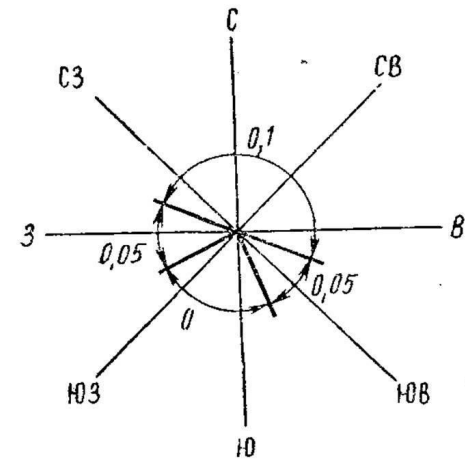
# ДОБАВОЧНЫЕ ТЕПЛОПТЕРИ

Ограждение, его тип	Условия	Добавочные теплопотери $\beta$
Окна, двери и наружные вертикальные стены:	ориентация на северо-запад восток, север и северо-восток	0,1
	запад и юго-восток	0,05
Наружные двери, двери с тамбурами 0,2 Н без воздушной завесы при высоте строения Н, м	двери тройные с двумя тамбурами	0,2Н
	двери двойные с тамбуром	0,27Н
Угловые помещения дополнительно для окон, дверей и стен	одно из ограждений ориентировано на восток, север, северо-запад или северо-восток	0,05
	другие случаи	0,1

# ОРИЕНТАЦИЯ ЗДАНИЙ

— расположение зданий относительно стран света (сторон горизонта).

- Ориентация зданий - одно из важнейших архитектурно-планировочных средств, позволяющих усиливать благоприятные и ослаблять неблагоприятные воздействия природно-климатических факторов на человека, находящегося внутри помещения. По отношению к странам света здания могут занимать три основные положения: меридианальное, при котором его продольная ось параллельна направлению север-юг; широтное — когда эта ось совпадает с направлением запад-восток, и диагональное — ось ориентирована под углом к основным направлениям.
- Оптимальная Ориентация зданий по странам света регламентируется специальными требованиями для различных природно-климатических условий России с учётом нормативно-допустимых санитарно-гигиенических условий жизнедеятельности людей (в жилом доме, детском учреждении, школе, больнице и т.д.).



# ОРИЕНТАЦИЯ ЗДАНИЙ

$\beta_1$  – ориентацию наружных ограждений по сторонам света: на север, восток, северо-восток, северо-запад – 0,1; на запад и юго-восток – 0,05; на юг и юго-запад – 0;

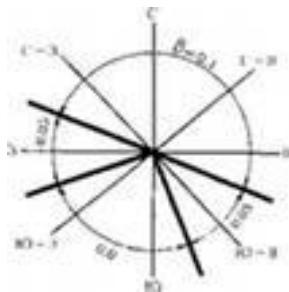
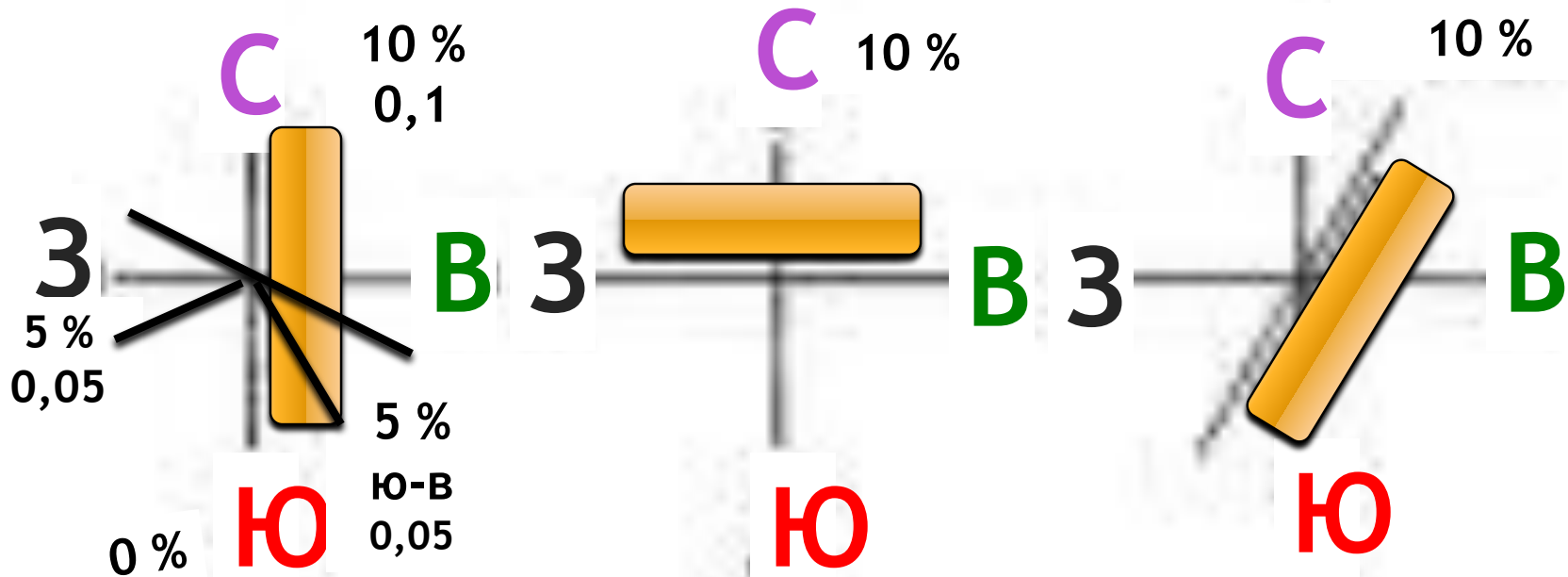


Схема распределения добавок к основным теплотерям на ориентацию наружных ограждений по странам света (сторонам горизонта)

## **РАСХОД ТЕПЛОТЫ НА НАГРЕВАНИЕ ИНФИЛЬТРУЮЩЕГОСЯ ВОЗДУХА $Q_{и}$ .**

- Потери теплоты на инфильтрацию, Вт, определяются при расчетной температуре наружного холодного периода года

$$Q_{и} = 0,28L_{н}\rho c(t_{в} - t_{н})k ,$$

где  $L_{н}$  – расход удаляемого воздуха, не компенсируемый подогретым приточным воздухом, м<sup>3</sup>/ч;

$\rho$  – плотность воздуха в помещении, кг/м<sup>3</sup>;

$c$  – удельная теплоемкость воздуха,  
равная 1 кДж/(кг·°С);

$k$  – коэффициент учета влияния встречного теплового потока в конструкциях, равный:

0,7 – для стыков панелей стен и окон с тройным переплетом,

0,8 – для окон и балконных дверей с отдельными переплетами,

1,0 – для одинарных окон.

# ТАБЛИЦА ДЛЯ РАСЧЕТА ТЕПЛОПOTЕРЬ

Помещение		Параметры ограждения					
Номер	Наименование помещения	Наименование ограждения	Температура внутри $t_{в}, ^\circ\text{C}$	Температура снаружи $t_{н}, ^\circ\text{C}$	Разность температур $(t_{в} - t_{н})_{и}, ^\circ\text{C}$	Ориентация	Площадь $A, \text{м}^2$
1	2	3	4	5	6	7	8

Площадь $A, \text{м}^2$	Коэффициент		Основные теплотопери $Q_{оск.}$ Вт	Добавка, Вт		Теплотопери $Q_{огр.}$ Вт
	теплопередачи $K, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$	положения, $n$		на ориентацию $b_1$	прочая $b_2$	
8	9	10	11	12	13	14,0

# ТАБЛИЦА ДЛЯ РАСЧЕТА ТЕПЛОПOTЕРЬ ПОМЕЩЕНИЙ ЗДАНИЯ

Номер помещения и назначение	Наименование ограждения	Размеры, м	Площадь, м <sup>2</sup>	Ориентация ограждения	Сопротивление теплопередач R, (м <sup>2</sup> ·С/Вт)	Внутренняя температура t <sub>в</sub> , °С	Разность температур (t <sub>в</sub> - t <sub>н</sub> ), С	Коэффициент n	Основные теплопотери Q, Вт	Добавочные теплопотери в долях, β			Расчетные теплопотери, Вт	
										β <sub>1</sub>	β <sub>n</sub>	Σβ	ограждения	помещения
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
101 ж.к.	нс	5x3	15	з	2	20	44	1	330	0,05	0,25	0,3	429	<b>1186</b>
	нс	4x3	12	с	2			1	264	0,1	0,1	0,2	317	
	о	5x4	3	с	0,6			1	220	0,1	0,1	0,2	264	
	пл		20	-	3			0,6	176	-	-	-	176	
102													...	...
ИТОГО													35000	



# ОСОБЕННОСТИ РАСЧЁТА

Для упрощения вычислений удобнее

*из площади стен*

площадь окон и дверей не вычитать,

но коэффициенты теплопередачи

$K_o$  и  $K_d$  принимать уменьшенными

на величину  $K_{н.с}$  для стен.

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНЫХ РАСХОДОВ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЮ ЗДАНИЙ

$$q_A = \frac{Q_s}{A_{bu} D} 10^3$$

$$q_V = \frac{Q_s}{V_{bu} D} 10^3$$

$$q_A = \frac{Q_s}{A_{bu} D} 10^3$$

$$q_V = \frac{Q_s}{V_{bu} D} 10^3$$

где  $Q_s$  – суммарный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, кВт·ч.

$A_{bu}$  – отапливаемая площадь здания, м<sup>2</sup>, определяемая по внутреннему периметру наружных вертикальных ограждающих конструкций;

$V_{bu}$  – отапливаемый объем здания, м<sup>3</sup>;

$D$  – количество градусо-суток отопительного периода, °С·сут, определяемое как  $D = (t_n - t_{н.от.п}) Z_{от}$ ;

$t_n$  – средневзвешенная по объему зданию расчетная температура внутреннего воздуха в помещениях, °С;

$t_{н.от.п}$  – средняя температура наружного воздуха,

$Z_{от}$  – продолжительность отопительного периода, сут,

# УДЕЛЬНАЯ ТЕПЛОВАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗДАНИЯ

- Для теплотехнической оценки объёмно-планировочных и конструктивных решений, а также для ориентировочного расчёта теплотерь здания пользуются показателем - удельная тепловая характеристика здания  $q$ , Вт/(м<sup>3</sup>·°С), которая при известных теплотерях здания равна

$$q = \frac{Q_{зд}}{V(t_{в} - t_{н})}$$

(4)

где  $Q_{зд}$  - расчётные теплотери всеми помещениями здания, Вт;

$V$  - объём отапливаемого здания по внешнему обмеру, м<sup>3</sup>;

$(t_{в} - t_{н})$  - расчётная разность температуры для основных (наиболее представительных) помещений здания, °С.

- Величина  $q$  определяет средние теплотери 1 м<sup>3</sup> здания, отнесённые к разности температуры 1 °С.
- Ей удобно пользоваться для теплотехнической оценки возможных конструктивно-планировочных решений здания. Величину  $q$  обычно приводят в перечне основных характеристик проекта его отопления.

# УДЕЛЬНАЯ ТЕПЛОВАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗДАНИЯ

- Иногда значение удельной тепловой характеристики используют для приблизительного подсчёта теплопотерь здания. Однако необходимо отметить, что применение величины  $q$  для определения расчётной отопительной нагрузки приводит к значительным погрешностям в расчёте.
- Объясняется это тем, что значения удельной тепловой характеристики, приводимые в справочной литературе, учитывают только основные теплопотери здания, между тем как отопительная нагрузка имеет более сложную структуру, описанную выше.
- Расчёт тепловых нагрузок на системы отопления по укрупнённым показателям используют только для ориентировочных подсчётов и при определении потребности в теплоте района, города, т. е. при проектировании централизованного теплоснабжения.

# СРАВНИТЕЛЬНЫЙ РАСХОД ТЕПЛА

Индивидуальный жилой дом 140 м <sup>2</sup> общей площади	Годовой расход тепла, Квт, ч/м <sup>3</sup> год	Удельный расход тепла, Вт ч/м <sup>2</sup>
<b>Германия</b>		
Старое строение	300	136
Типовой дом 70-х гг.	200	91
Типовой дом 80-х гг.	150	68
Дом низкого энергопотребления 90-х гг.	0-70	14-32
Дом ультранизкого энергопотребления	30-15	14-7
Современный пассивный дом	менее 15	менее 7