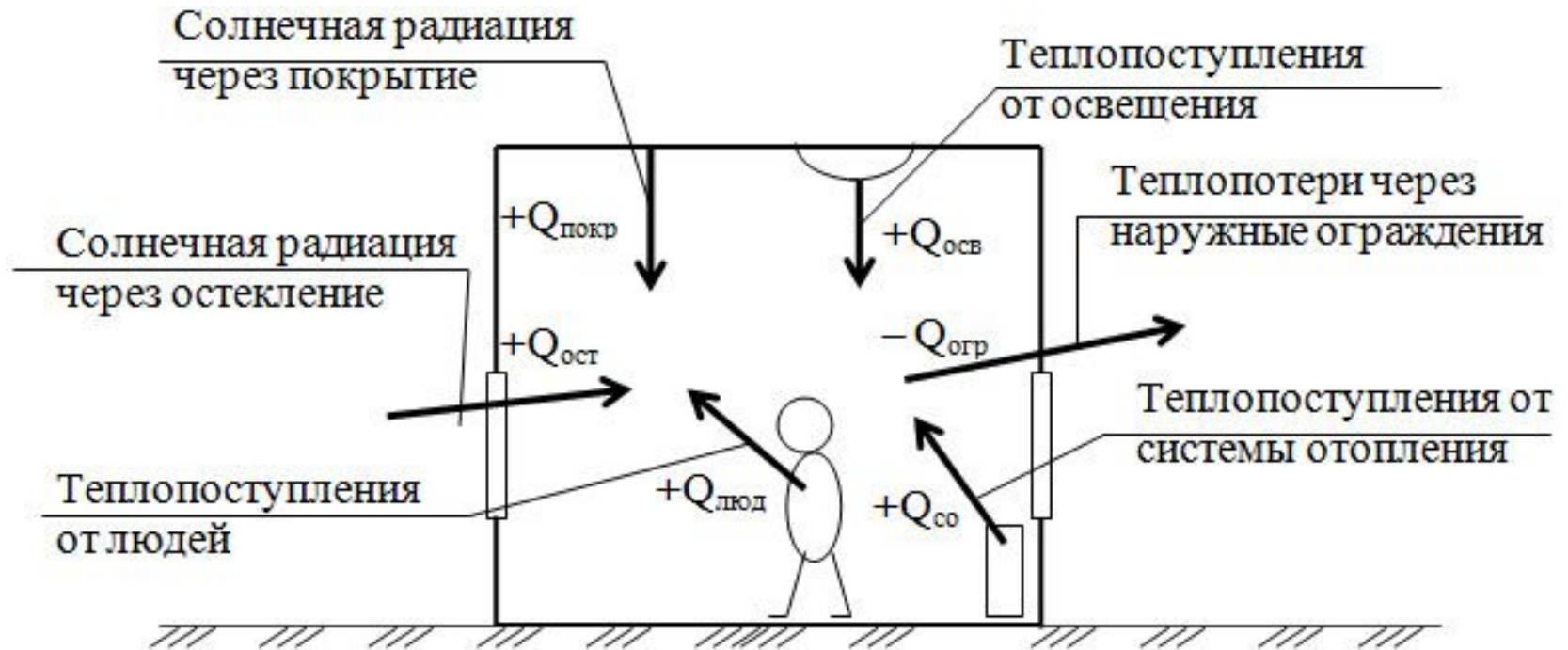


Теплопотери через ограждающие конструкции

Задача 1.



Тепловой баланс помещения



Теплопотери

- В гражданских и жилых зданиях теплопотери помещений состоят из теплопотерь через различные ограждающие конструкции, такие как окна, стены, перекрытия, полы а также расходов теплоты на нагревание воздуха, который инфильтрируется сквозь неплотности в защитных сооружениях (ограждающих конструкциях) .
- Значительную часть общих теплопотерь помещения занимают именно теплопотери через ограждающие конструкции.

Расчётные тепловые потери

$$Q_{\text{расч}} = Q_{\text{огр}} + Q_{\text{инф}}$$

для жилой комнаты:

$$Q_{\text{расч}} = Q_{\text{огр}} + Q_{\text{вент/инф}} - Q_{\text{быт}}$$

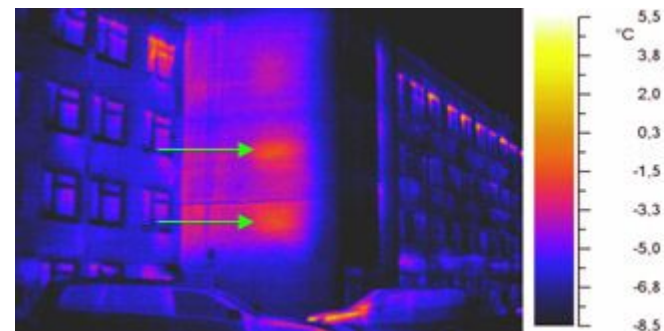
Расчётные тепловые потери

$$Q_{\text{расч}} = Q_{\text{огр}} + Q_{\text{инф}}$$

для жилой комнаты:

$$Q_{\text{расч}} = Q_{\text{огр}} + Q_{\text{вент/инф}} - Q_{\text{быт}}$$

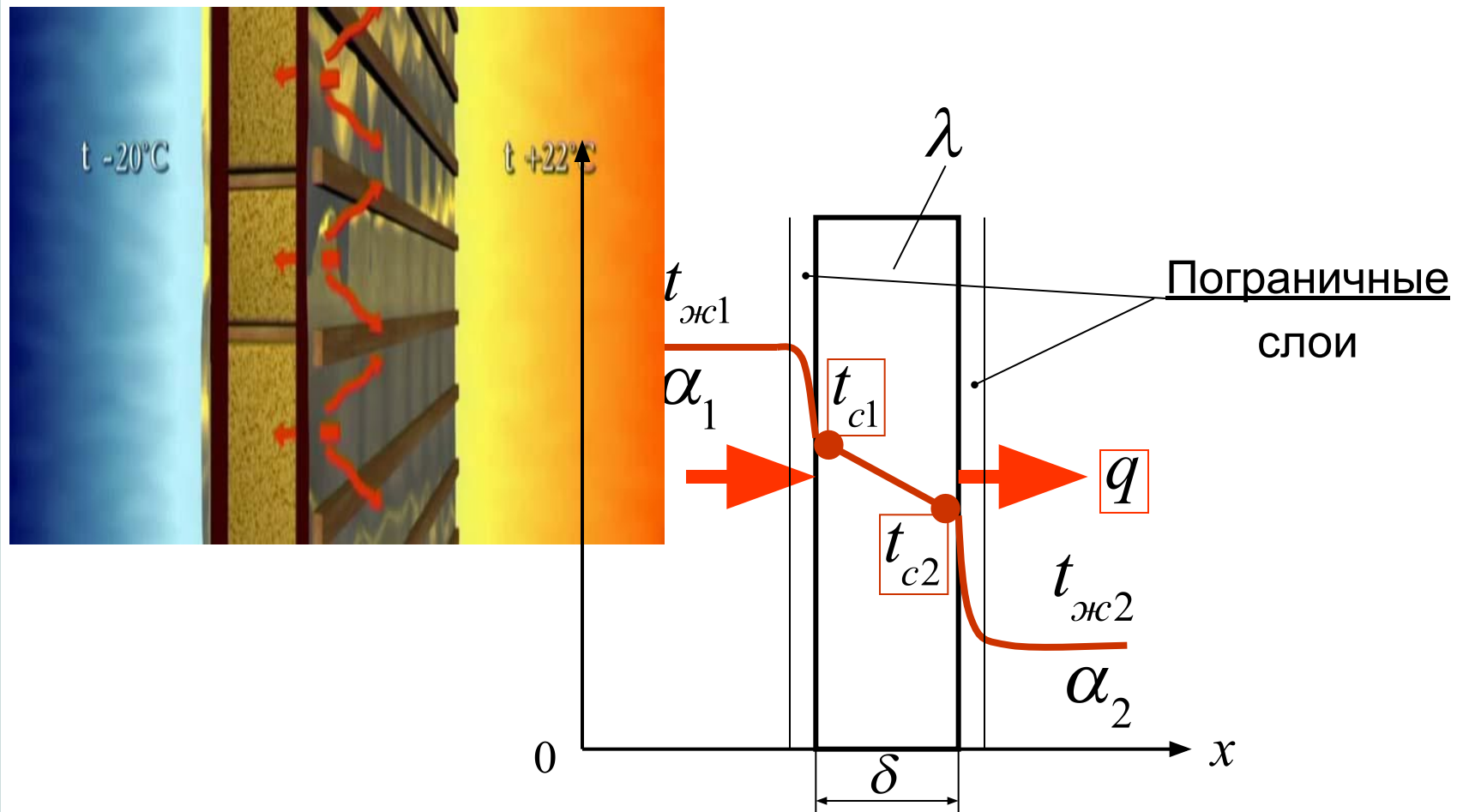
Теплопотери



Теплопотери

- Расчет теплопотерь помещения производится для всех ограждающих конструкций всех отапливаемых помещений. Могут не учитываться теплопотери через внутренние конструкции, при разности температуры в них с температурой соседних помещений до 3 градусов.

Теплопередача через плоскую стенку



Термическое сопротивление теплопередачи

По уравнению Ньютона-Рихмана для конвекции $q = \alpha_1(t_{ж1} - t_{c1})$;
при стационарном тепловом режиме: $q = \alpha_2(t_{c2} - t_{ж2})$.

Падения температур со стороны горячей жидкости, в стенке и со стороны холодной жидкости из: $\Rightarrow q = \frac{\Delta t}{R}$,

$$t_{ж1} - t_{c1} = q \frac{1}{\alpha_1}; \quad t_{c1} - t_{c2} = q \frac{\delta}{\lambda}; \quad t_{c2} - t_{ж2} = q \frac{1}{\alpha_2}.$$

Сложив левые и правые части этих уравнений, получим:

$$t_{ж1} - t_{ж2} = q \left(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} \right) = qR;$$

тогда термическое сопротивление теплопередачи через однослойную плоскую стенку, $(\text{м}^2\text{К})/\text{Вт}$ и температуры стенки:

$$R = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}$$

$$t_{ст} = t_{c1} - q \frac{1}{\alpha_1}; \quad t_{ст} = t_{c2} + q \frac{1}{\alpha_2}.$$

Значения термических коэффициентов

Таблица 2.5.1. Значения α_v и α_n , Вт/(м²К)

Поверхность	α_v	α_n
Стены, полы	8,7	23,3
Потолки	8,7	-
Потолки с оребрением	7,5	-
Поверхности, соприкасающиеся с наружным воздухом	-	23,3
Поверхности, выходящие на чердак	-	11,6
Поверхности над подвалами	-	5,8

Таблица 2.5.2. Сопротивление теплопередаче замкнутой воздушной прослойки $R_{в.л}$, м²К/Вт

Толщина прослойки, мм	Для горизонтальных прослоек при потоке теплоты снизу вверх и для вертикальных прослоек, при температуре воздуха в прослойке		Для горизонтальных прослоек при потоке теплоты сверху вниз, при температуре воздуха	
	положительной	отрицательной	положительной	отрицательной
10	0,129	0,146	0,138	0,155
50	0,138	0,172	0,172	0,223
100	0,146	0,181	0,181	0,232
300	0,155	0,189	0,189	0,24

Таблица 2.5.3. Сопротивление теплопередаче оконных проемов R_0 , м²К/Вт

Заполнение проемов	R_0
Одинарное остекление в деревянном переплете	0,171
Двойное остекление спаренные переплеты	0,344
Двойное остекление раздельные переплеты	0,378
Двойное остекление в металлических раздельных переплетах	0,344
Двухслойные стеклопакеты в металлических переплетах	0,310

Коэффициент теплопередачи

Термическое сопротивление теплопередачи через 3-слойную плоскую стенку, $(\text{м}^2\text{К})/\text{Вт}$:

$$R = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_2}.$$

Здесь α_1 и α_2 - коэффициенты конвективной теплоотдачи в $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$.

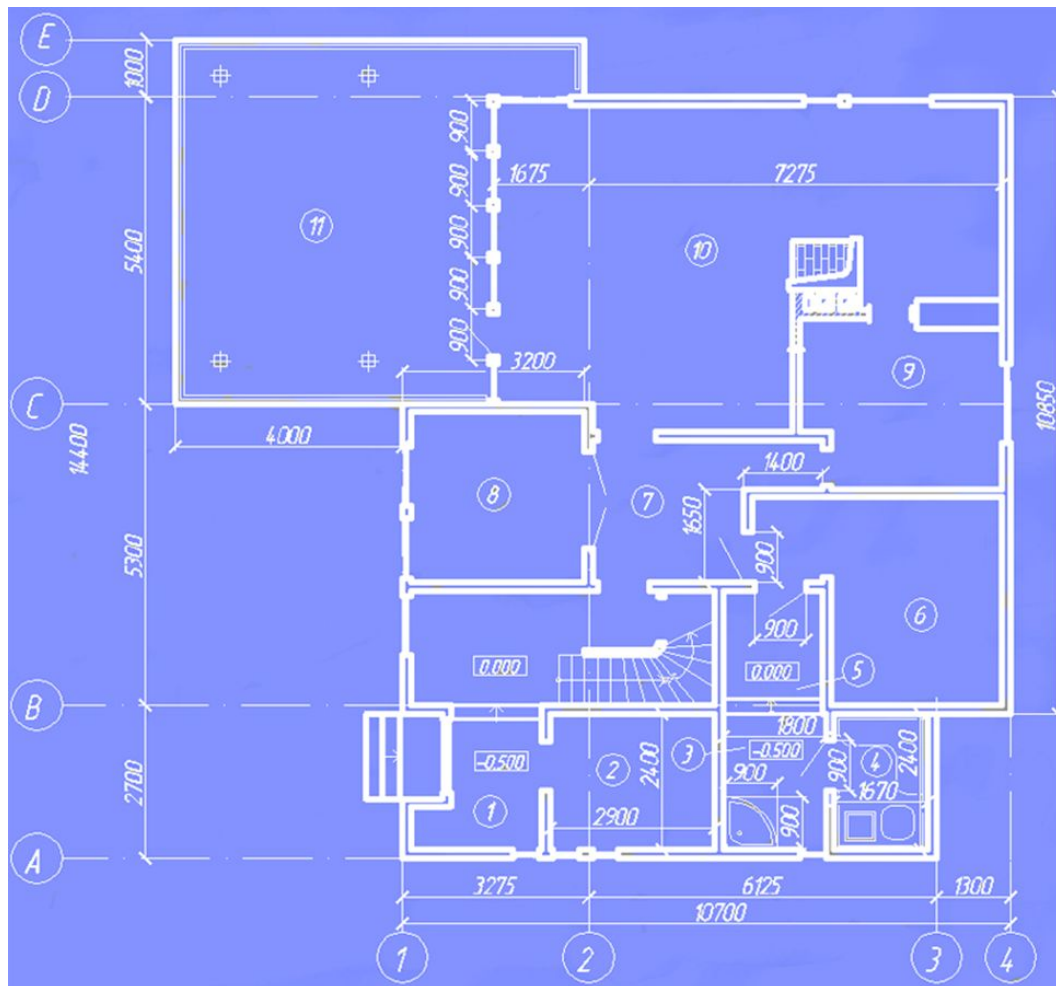
Тепловой поток можно также выразить через коэффициент теплопередачи, $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$, обратный термическому сопротивлению $k = 1/R$:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \qquad k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

Тепловой поток, Вт:

$$Q = qF = kF \Delta t.$$

Поэтажные планы здания



Тепловой поток через ограждение

$$Q_{огр} = \frac{t_v^p - t_n^p}{R_0^{огр}} \times F_{огр} \times n \times (1 + \sum \beta)$$

Коэффициент теплопередачи

$$k = \frac{1}{\sum R} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{н}}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\text{в}}}}$$

Коэффициенты теплоотдачи

Поверхность	Коэффициент теплоотдачи α_n , Вт/(м ² ·°С)
Стена, пол, плоский потолок, потолок с выступающими ребрами при отношении высоты ребра h , м, к расстоянию a , м, между гранями соседних ребер $h/a \leq 0,3$	8,7
Потолок с выступающими ребрами при отношении $h/a > 0,3$	7,6
Окно	8,0
Зенитный фонарь	9,9

Поверхность	Коэффициент теплоотдачи α_n , Вт/(м ² ·°С)
Наружная стена, покрытие, перекрытие над проездами и холодными подвалами (без ограждающих стенок), подпольями в Северной строительной-климатической зоне	23
Перекрытие над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом, над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительной-климатической зоне	17
Чердачное перекрытие, перекрытие над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах	12
Перекрытие над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенных выше уровня земли, и над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	6

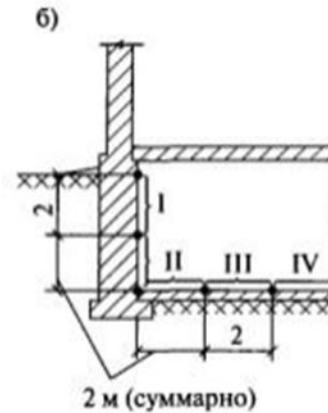
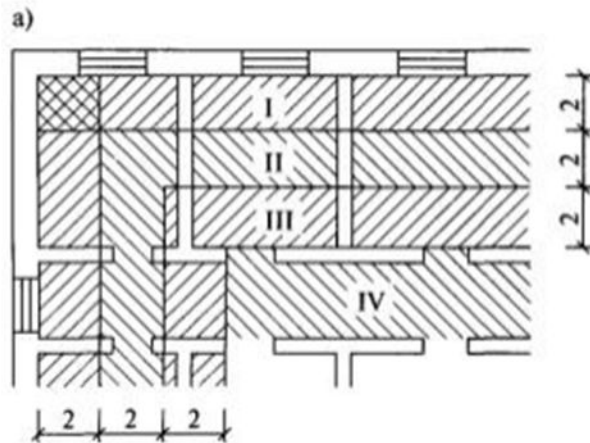
Сопротивление теплопередаче

Наименование материала	Толщина	Температура наружного воздуха	Сопротивление теплопередаче
Каркасная деревянная стена	17 см (стена) и 12,5 см (засыпка)	–36° С	1 м ² С/Вт
Сруб с обшивкой	20 см	–44° С	1,2 м ² С/Вт
Сруб без обшивки	Бревна диаметром 15 см	–36° С	1 м ² С/Вт
Обыкновенный красный кирпич, усиленный слоем штукатурки	В 2 кирпича	–26° С	0,84 м ² С/Вт
Красный кирпич	В 1,5 кирпича	–15° С	0,63 м ² С/Вт

Коэффициенты теплопередачи окон и дверей

Конструкция и тип	Рассотяние между стеклами	k
Одинарный переплет (одинарное остекление)	-	5
Одинарный переплет (двойное остекление)	35-25	2,5
Одинарный переплет (стеклопакет)	10	3
То же	20	2,63
Двойные переплеты разделенные (двойное остекление)	150-75	2,3
Двойные переплеты спаренные (двойное остекление)	60-30	2,5
Тройные переплеты отдельные (тройное остекление)	150-75	1,54
Тройные переплеты строенные (тройное остекление)	60-30	1,67
Вертикальное остекление из стеклоблоков на тяжелом растворе	-	2
То же, на легком растворе	-	1,7
Двери из стекла (одинарные)	-	5,5
Двери из стекла (двойные)	-	3,2
Наружные двери деревянные (одинарные)	-	4
Наружные двери деревянные (двойные)	-	2
Внутренние двери одинарные	-	2,5

Приведенное сопротивление теплопередаче полов и стен на грунте



зона I - $R_I = 2,1 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$;

зона II - $R_{II} = 4,3 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$;

зона III - $R_{III} = 8,6 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$;

зона IV - $R_{IV} = 14,2 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

Расчетная температура наружного воздуха

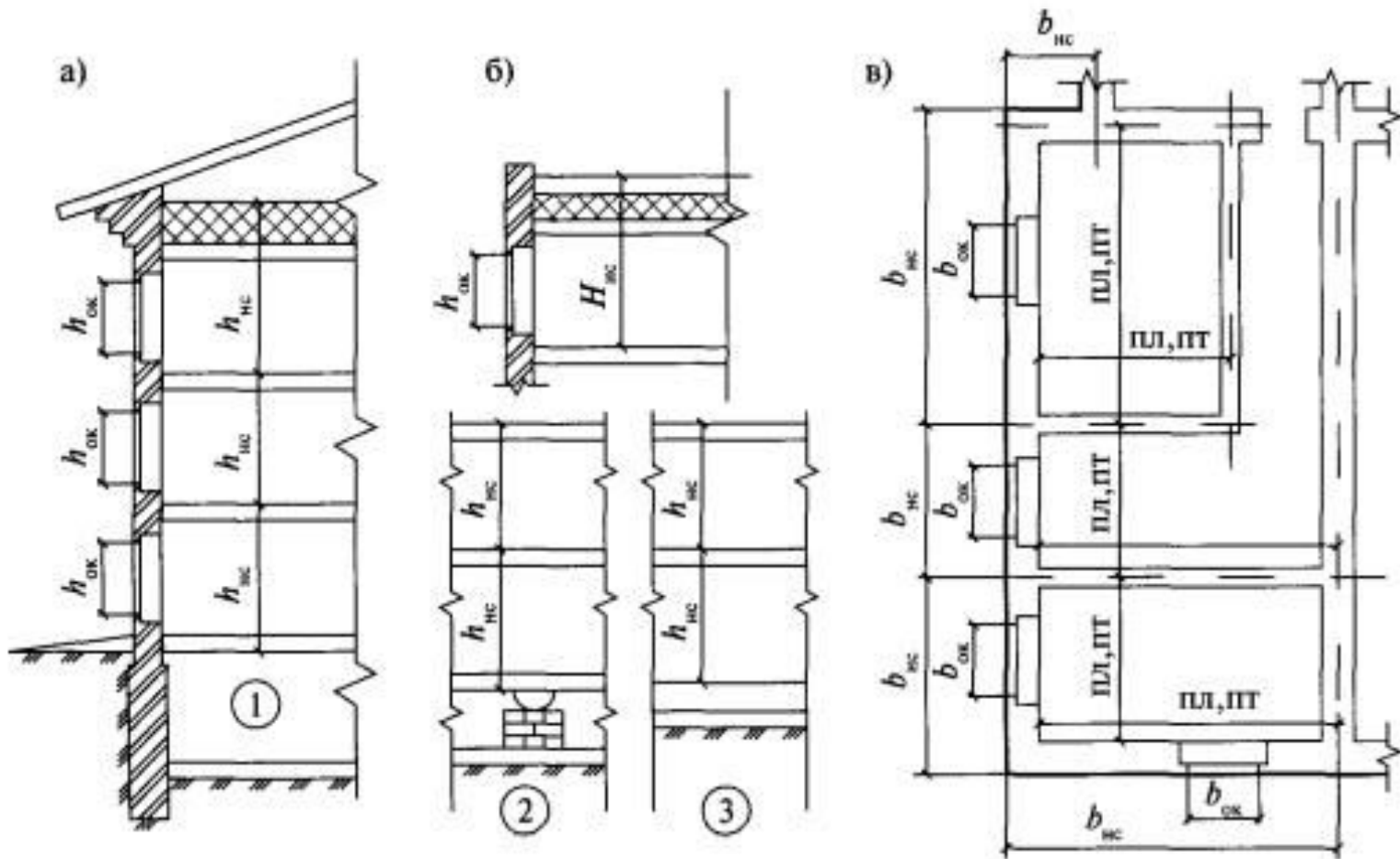
- За расчетную температуру наружного воздуха t_n , °C, принимается не самая низкая средняя температура наиболее холодной пятидневки, °C, а ее значение с обеспеченностью 0,92.
- для г.Москвы: По СНиП 23-01-99* . Средняя температура наиболее холодной пятидневки (с обеспеченностью 0,92) $t_n = -28$ °C (табл. 1, графа 5);
- для г.Перми $t_n = -35$ °C

Расчетная температура внутреннего воздуха

Наименование помещений	Температура воздуха	
	Оптимальная	Допустимая
Жилая комната	20-22	18-24
Кухня	19-21	18-26
Туалет	19-21	18-26
Ванна, совмещенный санузел	24-26	19-29
Межквартирный коридор	18-20	16-22
Вестибюль, лестничная клетка	16-18	14-20
Кладовые	16-18	18-22

- В зависимости от уровня требований к комфортности в обслуживаемой зоне различных категорий помещений жилых и общественных зданий установлены оптимальные и допустимые параметры микроклимата.

Правила обмера конструкций

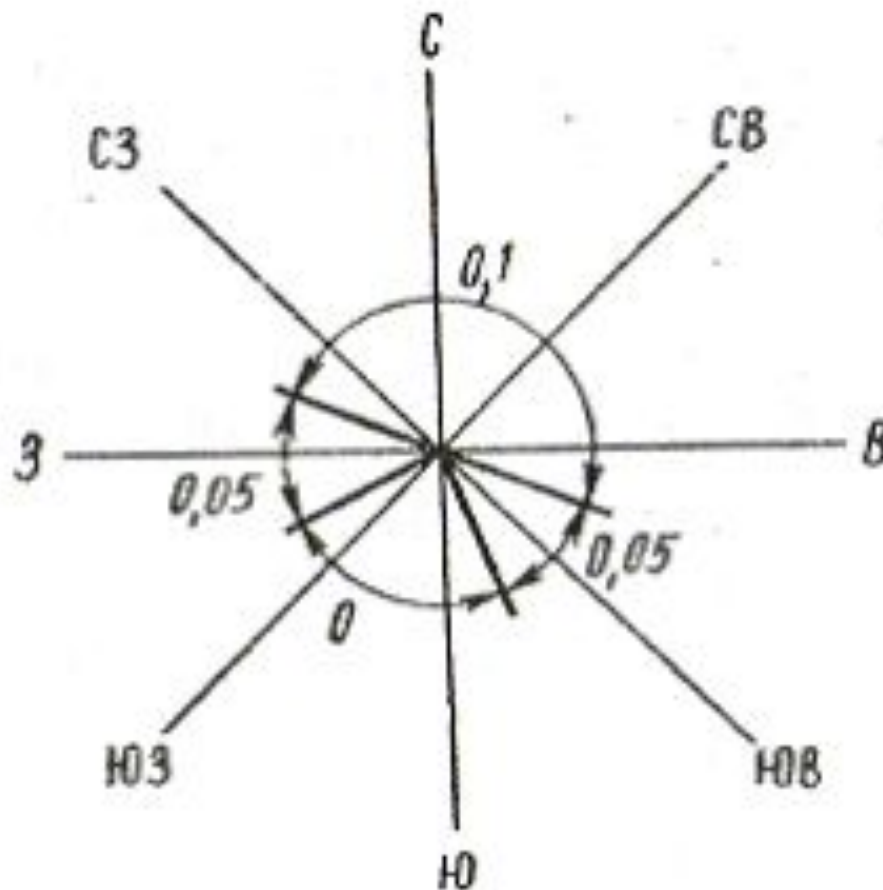


Коэффициент n

Ограждение	Коэффициент n
Наружная стена и покрытие (в том числе вентилируемое наружным воздухом), чердачное перекрытие (с кровлей из штучных материалов) и перекрытие над проездами, перекрытие над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительной-климатической зоне	1
Перекрытие над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом, чердачное перекрытие (с кровлей из рулонных материалов), перекрытие над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительной-климатической зоне	0,9
Перекрытие над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах	0,75
Перекрытие над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенных выше уровня земли	0,6
Перекрытие над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенных ниже уровня земли	0,4

n - коэффициент положения ограждения относительно наружного воздуха, уменьшающий разность температур для ограждений, не соприкасающихся с наружным воздухом;

Поправочные коэффициенты на ориентацию ограждения



Расход тепла на нагрев инфильтрационного воздуха для жилых зданий

Температура наружного воздуха, °С	Плотность наружного воздуха, кг/м ³	Удельные затраты тепла на нагрев инфильтрующегося воздуха, Вт/м ²
-15	1,368	40,2
-20	1,395	46,9
-25	1,423	53,8
-30	1,453	61,0
-35	1,483	68,5

В соответствии со СНиП 23-02-2003 вентиляционный воздухообмен зданий определяется по расчетной площади, м². В жилых зданиях - это суммарная площадь жилых помещений

Бытовые теплопоступления

Согласно СНиП 23-02-2003, величина удельных бытовых тепловыделений на 1 м² площади жилых помещений , Вт/м², принимается для жилых зданий:

$$Q_{\text{быт}} = 21 \times F_{\text{пл}}$$

Расчётные тепловые потери

$$Q_{\text{расч}} = Q_{\text{огр}} + Q_{\text{инф}}$$

для жилой комнаты:

$$Q_{\text{расч}} = Q_{\text{огр}} + Q_{\text{вент/инф}} - Q_{\text{быт}}$$

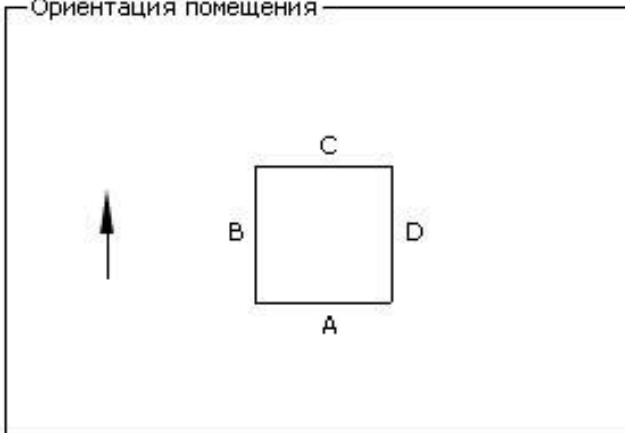
Ведомость расчета теплотерь

№	Наименование помещения и внутренняя температура	сторона света	наименование ограждения	Размер ограждения в м.		Площадь ограждения м²	Разность температур °С	Коэффициент теплопередачи	Потери тепла	Добавки к теплотерям			Всего добавок	Общие теплотерии
										стороны света	ветер	другие		
101	Жилое помещение t=18°C	ЮВ	Н.СТ	4,83	3,3	16	40	0,89	567	5	5	5	85	653
		СВ	Н.СТ	6,56	3,3	22	40	0,89	771	10	5	5	154	925
		ЮВ	Д.О	1,6	2,4	4	40	1,41	217	5	5	5	32	249
			П.	4,33	6,06	26	17,6	0,6	277					277
														2103
102	Жилое помещение t=18°C	ЮВ	Н.СТ	4	3,3	13	40	0,89	470	5	5		47	517
		ЮВ	Д.О	1,6	1,2	2	40	1,41	108	5	5		11	119
			П.	4	6,06	24	17,6	0,6	256					256
														892
201	Жилое помещение t=18°C	ЮВ	Н.СТ	4,83	3	14	40	0,89	516	5	5	5	77	593
		СВ	Н.СТ	6,56	3	20	40	0,89	701	10	5	5	140	841
		ЮВ	Д.О	1,6	2,4	4	40	1,41	217	5	5	5	32	249
			Пт.	4,33	6,06	26	35,2	0,7	647					647
														2330
202	Жилое помещение t=18°C	ЮВ	Н.СТ	4	3	12	40	0,89	427	5	5		43	470
		ЮВ	Д.О	1,6	1,2	2	40	1,41	108	5	5		11	119
			Пт.	4	6,06	24	35,2	0,6	512					512
														1101

Калькулятор для определения теплопотерь

Расчет теплопотерь прямоугольного помещения (нормативный метод)

Ориентация помещения



Температурные режимы и высота помещения

Высота помещения, мм

Температура воздуха в помещении, °C

Температура наружного воздуха, —°C

Учитывать инфильтрацию ☒

Общие теплопотери ограждений, Вт 11180

Суммарные теплопотери помещения, Вт 10820

Удельные теплопотери, Вт/кв.м 301*

Стена А	Стена В	Стена С	Стена D	Пол	Потолок
---------	---------	---------	---------	-----	---------

Материал

Тип стены Длина, мм

Ориентация Толщина, мм

Суммарные теплопотери, Вт 3831 Площадь, кв.м 15

Окна

Тип

Ширина, мм Кол-во, шт

Высота, мм Площадь, кв.м 0

K, Вт/кв.м°C 2.27 Теплопотери окон, Вт 0

Двери

Тип

Ширина, мм Кол-во, шт

Высота, мм Площадь, кв.м 0

Теплопотери дверей, Вт 0

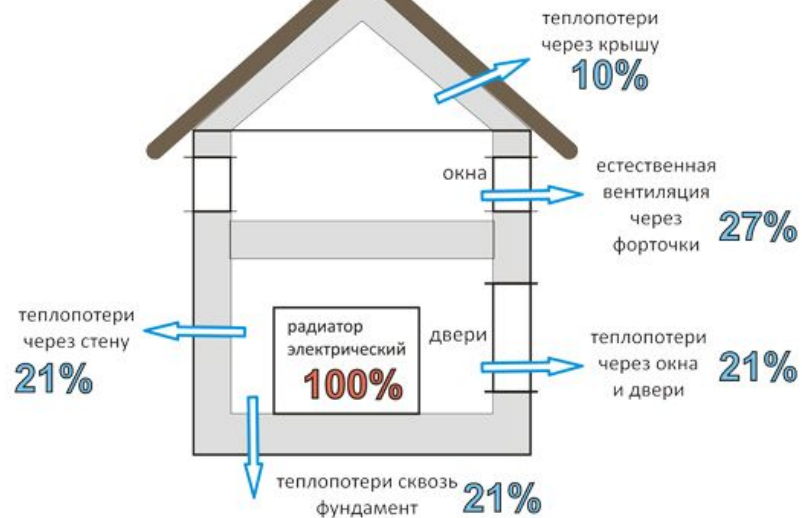
* - Помещение не соответствует современным нормам по удельному расходу энергии на отопление (не более 100 Вт/кв.м)

Помощь

Сводка

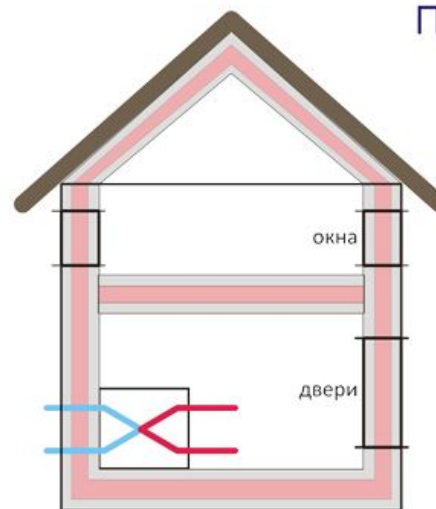
Пассивный дом

ОБЫЧНЫЙ ДОМ



ПАССИВНЫЙ ДОМ

теплопотерь нет



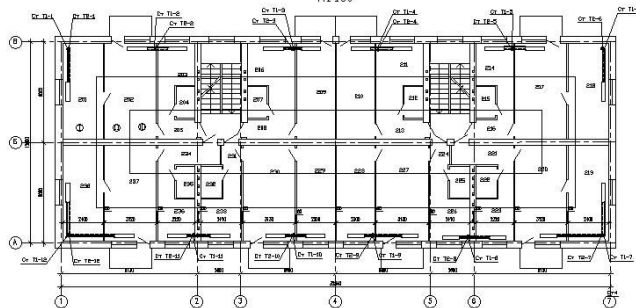
Вентиляция помещения осуществляется за счет приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла

Пассивный дом

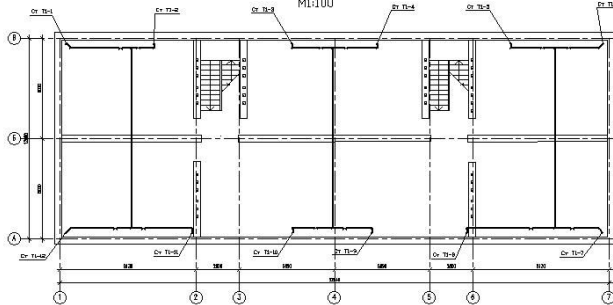


Чертеж инженерных систем жилого здания

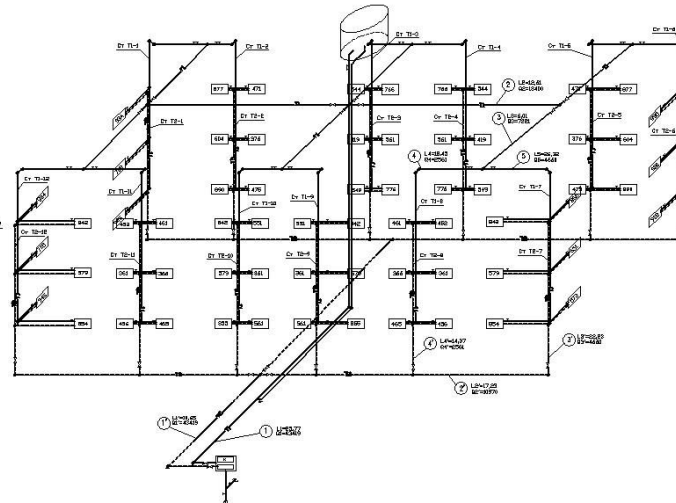
План типового этажа
М:100



План чердака
М:100



АксонOMETрическая схема двуконтурной системы отопления
М:100



АксонOMETрическая схема системы вытяжной вентиляции
М:100

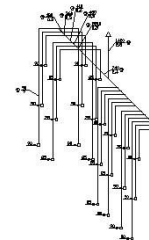


Схема теплового пункта



Курсовой проект			
Имя	Фамилия	Группа	Датум
Иванов	Иван	ИТ	1
Петров	Петр	ИТ	1
Сидоров	Сидор	ИТ	1
Трофимов	Трофим	ИТ	1
Харьков	Харьков	ИТ	1
Цыганов	Цыган	ИТ	1
Чайков	Чайков	ИТ	1
Шевченко	Шевченко	ИТ	1
Щербина	Щербина	ИТ	1
Юрьев	Юрьев	ИТ	1
Яковлев	Яковлев	ИТ	1