

## Краткая характеристика объекта и района строительства

- Исходные данные для проектирования и расчетные параметры внутренней и наружной среды
- Характеристика здания и принятых решений системы отопления и вентиляции
- Оформление проекта

## Расчет и конструирование системы отопления здания

- Расчет теплотерь помещений здания
- Выбор схемы и конструирование системы отопления
- Расчет отопительных приборов
- Гидравлический расчет системы отопления (не делаем)

## Расчет и конструирование систем вентиляции

- Расчет воздухообмена в помещениях
- Конструирование системы вентиляции
- Определение расчетного воздухообмена и аэродинамический расчет воздуховодов

# КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА И РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА

- ОФОРМЛЕНИЕ ПРОЕКТА
- ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАСЧЕТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ВНУТРЕННЕЙ И НАРУЖНОЙ СРЕДЫ
- ХАРАКТЕРИСТИКА ЗДАНИЯ И ПРИНЯТЫХ РЕШЕНИЙ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ

# ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАСЧЕТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ВНУТРЕННЕЙ И НАРУЖНОЙ СРЕДЫ

Климатические характеристики городов  
и расчетные параметры наружного воздуха

Таблица 1

1	2	3		4	5	
					6	7
Номер задания		Город и влажностные условия эксплуатации ограждений зданий (А, Б) (по СНиП II-3-79*)		Расчетная температура наружного воздуха (по СНиП 23-01-99) $t_{ext}, ^\circ\text{C}$	Продолжительность и средняя температура воздуха отопительного периода, (по СНиП 23-01-99) $z_{нт}, \text{сут}$ $t_{нт}, ^\circ\text{C}$	
01	51	Арзамас	Б	-32	216	-4,7
02	52	Архангельск	Б	-31	253	-4,4
03	53	Астрахань	А	-23	167	-1,2
04	54	Барнаул	А	-39	221	-7,7
05	55	Белгород	А	-23	191	-1,9
06	56	Белорецк	А	-34	231	-6,5
07	57	Благовещенск	Б	-34	218	-10,6
08	58	Братск	А	-43	249	-8,6
09	59	Брянск	А	-26	205	-2,3
10	60	Владивосток	Б	-24	196	-3,9
11	61	Владимир	Б	-28	213	-3,5
12	62	Вологда	А	-32	231	-4,1
13	63	Волгоград	А	-25	177	-2,4
14	64	Воронеж	А	-26	196	-3,1
15	65	Иркутск	А	-36	240	-8,5
16	66	Казань	Б	-32	215	-5,2
17	67	Калуга	А	-27	210	-2,9
18	68	Кисловодск	Б	-16	179	0,4
19	69	Корсаков	Б	-20	232	-2,7
20	70	Кострома	А	-31	222	-3,9
21	71	Котлас	Б	-34	237	-5,3
22	72	Краснодар	Б	-19	149	2,0
23	73	Курск	Б	-26	198	-2,4
24	74	Москва	Б	-28	214	-3,1
25	75	Мурманск	Б	-27	275	-3,2
26	76	Нальчик	А	-18	168	-0,6
27	77	Великий Новгород	Б	-27	221	-2,3
28	78	Новосибирск	А	-39	229	-8,9
29	79	Омск	А	-37	221	-8,4
30	80	Оренбург	А	-31	202	-6,3

Окончание табл. 1

1	2	3		4	5	6
31	81	Пенза	А	-29	207	-4,5
32	82	Пермь	Б	-35	229	-5,9
33	83	Псков	Б	-26	212	-1,6
34	84	Рязань	Б	-27	208	-3,5
35	85	Салехард	Б	-42	292	-11,4
36	86	Санкт-Петербург	Б	-26	220	-1,8
37	87	Саранск	А	-30	209	-4,5
38	88	Саратов	А	-27	196	-4,3
39	89	Тайшет	А	-40	240	-8,3
40	90	Тамбов	А	-28	201	-3,7
41	91	Тихорецк	Б	-22	158	1,1
42	92	Томск	Б	-40	236	-8,4
43	93	Тюмень	А	-38	225	-7,2
44	94	Улан-Удэ	А	-37	237	-10,4
45	95	Уфа	А	-35	213	-5,9
46	96	Чебоксары	Б	-32	217	-4,9
47	97	Челябинск	А	-34	218	-6,5
48	98	Чита	А	-38	242	-11,4
49	99	Элиста	А	-23	173	-1,2
50	00	Ярославль	Б	-31	221	-4,0

Толщину внутренних ограждений следует принять: для капитальных кирпичных стен – 400 мм, для капитальных стен из бетона – 200 мм; перегородок – 150 мм; межэтажных перекрытий в здании с кирпичными стенами – 300 мм, с бетонными – 150 мм.

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

- ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ
- ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛО-ПОТЕРЬ ПОМЕЩЕНИЯ
- РАСЧЕТ И ПОДБОР ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

# ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

## 1. Исходные данные

Вариант №	05
Город	Белгород
Влажностные условия эксплуатации ограждения здания	A
Расчетная температура наружного воздуха	$t_{\text{ext}} = -23^{\circ}\text{C}$
Продолжительность отопительного периода	$Z_{\text{ht.}} = 191 \text{ сут.}$
Средняя температура воздуха отопительного периода	$t_{\text{ht.}} = -1,9^{\circ}\text{C}$

Планировка здания, системы отопления и географической ориентации главного фасада здания

Вариант плана 1-ого этажа	3
Этажность здания	4
Высота этажа, м	3,3
Высота подвала, м	2,0
Величина располагаемого давления на входе в систему отопления, Па	9000
Характеристика системы отопления	Двухтрубная, с нижней разводкой, тупиковая
Ориентация главного фасада	СЗ

Толщина внутренних ограждений:

- Капитальные стены – 400 мм
- Перегородки -150 мм
- Межэтажные перекрытия в здании с бетонными стенами – 150 мм

## СОЗДАНИЕ МИКРОКЛИМАТА ВНУТРИ ПОМЕЩЕНИЯ

### ОБЕСПЕЧИВАЕТСЯ ЗА СЧЕТ:

СООТВЕТСТВУЮЩЕЙ ТОЛЩИНЫ ОГРАЖДАЮЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ;  
МОЩНОСТИ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ, ВЕНТИЛЯЦИИ ИЛИ

КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

МЕТОДИКА ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ОСНОВАНА НА

ТОМ, ЧТО ОПТИМАЛЬНАЯ ТОЛЩИНА ОГРАЖДАЮЩЕЙ  
КОНСТРУКЦИИ НАХОДИТСЯ ИСХОДЯ ИЗ:

- ✓ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЙОНА  
СТРОИТЕЛЬСТВА;
- ✓ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИХ И КОМФОРТНЫХ УСЛОВИЙ  
ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ И ПОМЕЩЕНИЙ;
- ✓ УСЛОВИЙ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

МЕТОДИКА ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ЗАКЛЮЧАЕТСЯ  
В ОПРЕДЕЛЕНИИ ЭКОНОМИЧЕСКИ ЦЕЛЕСООБРАЗНОГО  
СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ НАРУЖНОЙ  
ОГРАЖДАЮЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ.

ПРИ ЭТОМ СОПРОТИВЛЕНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ  
ОГРАЖДАЮЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ ДОЛЖНО БЫТЬ НЕ МЕНЕЕ  
ТРЕБУЕМОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ .

# ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

ОТ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ ЗДАНИЙ ЗАВИСИТ:

- ✓ БЛАГОПРИЯТНЫЙ МИКРОКЛИМАТ ЗДАНИЙ, Т.Е ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ, И ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИИ НЕ НИЖЕ НОРМАТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ;
- ✓ КОЛИЧЕСТВА ТЕПЛА, ТЕРЯЕМОГО ЗДАНИЕМ В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ;
- ✓ ТЕМПЕРА ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ОГРАЖДЕНИЯ, ГАРАНТИРУЮЩАЯ ОТ ОБРАЗОВАНИЯ НА НЕЙ КОНДЕНСАТА;
- ✓ ВЛАЖНОСТНЫЙ РЕЖИМ ОГРАЖДЕНИЯ, ВЛИЯЮЩИЙ НА ТЕПЛОЗАЩИТНЫЕ КАЧЕСТВА ОГРАЖДЕНИЯ И ЕГО ДОЛГОВЕЧНОСТЬ

# ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ОГРАЖДЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

1. Выбираем конструкции рассчитываемых ограждений

2. Определяем величину градусо-суток отопительного периода  $D_d$  °C\*сут.

3. Определяем нормируемые значения приведенных сопротивлений теплопередачи  $R_{reg}$   
( $m^2 \cdot ^\circ C$ )/Вт

4. Определяем минимальное значение толщины теплоизоляционного слоя  $\delta$ , округляем толщину утеплителя до унифицированного значения, кратного строительному модулю

5. Определяем фактическое сопротивление теплопередаче рассчитываемых ограждаемых конструкций  $R_0^{факт}$  ( $m^2 \cdot ^\circ C$ )/Вт

6. Определяем температурный перепад, °C

7. Определяем коэффициент теплопередачи, Вт/( $m^2 \cdot ^\circ C$ )

8. Определяем общую толщину тепло ограждающих конструкций, м

# ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

## 2. Теплотехнический расчет наружных ограждений

Величина градусо-суток отопительного периода

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) Z_{ht}$$

Нормируемые значения приведенных сопротивлений теплопередаче

$$R_{req} = a D_d + b,$$

где  $D_d$  – градусо-сутки отопительного периода, °С сут

Найдем минимальное значение толщины теплоизоляционного слоя  $\delta_x$ :

$$\delta_x = \lambda_x \left( R_{req} - \frac{1}{\alpha_{int}} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_2}{\lambda_2} - \dots - \frac{\delta_n}{\lambda_n} - R_{B.II.} - \frac{1}{\alpha_{ext}} \right)$$

Фактическое сопротивление теплопередаче:

$$R_o^{факт} = \frac{1}{\alpha_{int}} + R_1 + R_2 + \dots + R_x + \dots + R_n + R_{B.II.} + \frac{1}{\alpha_{ext}}$$

$$\Delta t_o = \frac{n(t_{int} - t_{ext})}{R_o^{факт} \cdot \alpha_{int}}$$

$$k_{оср} = \frac{1}{R_o^{факт}}$$

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ГРАДУСО-СУТОК ОТОПИТЕЛЬНОГО ПЕРИОДА $D_D$ °C\*СУТ

2. Определяется величина градусо-суток отопительного периода  $D_d$ , °C · сут, по формуле

$$D_d = (t_{\text{int}} - t_{\text{ht}})z_{\text{ht}}, \quad (1)$$

где  $t_{\text{int}}$  – расчетная средняя температура внутреннего воздуха, °C, принимаемая для жилых зданий по минимальному значению оптимальной температуры (по ГОСТ 30494–96 принять равной 20 °C при расчетной температуре наружного воздуха  $t_{\text{ext}}$  до –31 °C и 21 °C при  $t_{\text{ext}} = -31$  °C и ниже);  $t_{\text{ht}}$ ,  $z_{\text{ht}}$  – средняя температура наружного воздуха, °C, и продолжительность, сут, отопительного периода, принимаемые по заданию

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМИРУЕМОГО ЗНАЧЕНИЯ ПРИВЕДЕННЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ $R_{REG} (M_2^* \cdot ^\circ C) / BT$

Определяются нормируемые значения приведенных сопротивлений теплопередаче  $R_{req} (m^2 \cdot ^\circ C) / Bt$ , ограждающих конструкций в зависимости от величины градусо-суток отопительного периода района местоположения здания по заданию

Значения  $R_{req}$  для величин  $D_d$ , отличающихся от табличных, следует определять по формуле

$$R_{req} = a \cdot D_d + b, \quad (2)$$

где  $D_d$  – градусо-сутки отопительного периода,  $^\circ C \cdot \text{сут}$ , для конкретного населенного пункта;  $a$  и  $b$  – коэффициенты, значения которых следует принимать по данным  $t_{d\ 23-02}$  за исключением графы 6, где для интервала до  $6000\ ^\circ C \cdot \text{сут}$   $a = 0,000075$ ,  $b = 0,15$ ; для интервала  $6000-8000\ ^\circ C \cdot \text{сут}$   $a = 0,00005$ ,  $b = 0,3$ ; для интервала  $8000\ ^\circ C \cdot \text{сут}$  и более  $a = 0,000025$ ,  $b = 0,5$ .

Нормируемые значения сопротивления теплопередаче чердачного перекрытия и перекрытия над неотапливаемым подвалом, отделяющих помещения здания от пространств с температурой воздуха  $t_c$  ( $t_{ext} < t_c < t_{int}$ ), следует умножать на коэффициент  $n$ , учитывающий положение ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху и определяемый по табл. СНиП 23-02-2003 табл.6

Нормируемое приведенное сопротивление теплопередаче глухой части балконных дверей должно быть в 1,5 раза выше нормируемого сопротивления теплопередаче светопрозрачной части этих конструкций.

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

ПРИВЕДЕННОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ  
ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ  $R_0$ , СЛЕДУЕТ ПРИНИМАТЬ НЕ  
МЕНЕЕ ТРЕБУЕМЫХ ЗНАЧЕНИЙ  $R_0^{TP}$ , ОПРЕДЕЛЯЕМЫХ ИСХОДЯ ИЗ  
САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИХ И КОМФОРТНЫХ УСЛОВИЙ ПО  
ФОРМУЛЕ (1) И УСЛОВИЙ ПО ИЗ ТАБЛ. 4 СНИП 23-02-2003

Нормируемые значения сопротивления теплопередаче  
ограждающих конструкций [4]

Здания и помещения, коэффициенты $a$ и $b$	Градусо- сутки отопи- тельного периода $D_d$ , $^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}$	Нормируемые значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций $R_{req}$ ( $\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ )			
		Стен	Покрытий и пере- крытий над проез- дами	Перекрытий чердачных, над неотап- ливаемыми подпольями и подвала- ми	Окон и балкон- ных две- рей, вит- рин и витражей
1	2	3	4	5	6
Жилые, лечебно- профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и обще- жития	2000	2,1	3,2	2,8	0,3
	4000	2,8	4,2	3,7	0,45
	6000	3,5	5,2	4,6	0,6
	8000	4,2	6,2	5,5	0,7
	10 000	4,9	7,2	6,4	0,75
	12 000	5,6	8,2	7,3	0,8
$a$	—	0,00035	0,0005	0,00045	*
$b$	—	1,4	2,2	1,9	*

\* См. примечание к формуле (2)

## Коэффициент, учитывающий положение ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху [4]

Ограждающие конструкции	Коэффициент $n$
1. Наружные стены и покрытия (в том числе вентилируемые наружным воздухом), зенитные фонари, перекрытия чердачные (с кровлей из штучных материалов) и над проездами; перекрытия над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительной-климатической зоне	1
2. Перекрытия над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытия чердачные (с кровлей из рулонных материалов); перекрытия над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительной-климатической зоне	0,9
3. Перекрытия над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах	0,75
4. Перекрытия над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенные выше уровня земли	0,6

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИНИМАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ ТОЛЩИНЫ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО СЛОЯ $\delta_x$ , (ОКРУГЛЯЕМ ТОЛЩИНУ УТЕПЛИТЕЛЯ ДО УНИФИЦИРОВАННОГО ЗНАЧЕНИЯ, КРАТНОГО СТРОИТЕЛЬНОМУ МОДУЛЮ)

$$\delta_x = \lambda_x \left( R_{red} - \frac{1}{\alpha_{int}} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_2}{\lambda_2} - \dots - \frac{\delta_n}{\lambda_n} - R_{в.п} - \frac{1}{\alpha_{ext}} \right).$$

Полученную минимально допустимую из условий тепловой защиты толщину теплоизоляционного слоя  $\delta_x$  следует округлить в большую сторону до величины, кратной строительному модулю

где  $\alpha_{int}$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, принимаемый по СНиП 23-02–2003 и равный для стен, полов, гладких потолков  $\alpha_{int} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ ;  $R_1, R_2, \dots, R_n$  – сопротивления теплопередаче отдельных слоев ограждения,  $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$ ;  $R_x$  – сопротивление теплопередаче теплоизоляционного слоя в ограждающей конструкции,  $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$ ;  $R_{в.п}$  – сопротивление теплопередаче замкнутой воздушной прослойки,  $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$ , принимаемое по табл. 9;  $\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_x, \dots, \delta_n$  – толщины отдельных слоев конструкции ограждения, м;  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_x, \dots, \lambda_n$  – коэффициенты теплопроводности материалов,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$ , принимаемые по табл. 4 в зависимости от влажностных условий эксплуатации ограждения А или Б;  $\alpha_{ext}$  – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для зимних условий,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ , принимаемый по табл. СНиП II-3-79 табл.6

**Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для зимних условий [2] СНиП II-3-79 табл.6**

Наружная поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент $\alpha_{ext}$ , Вт/(м <sup>2</sup> · °С)
1. Наружные стены, покрытия, перекрытия над проездами и над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительной-климатической зоне	23
2. Перекрытия над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытия над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительной-климатической зоне	17
3. Перекрытия чердачных и над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах, а также наружных стен с воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом	12
4. Перекрытия над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенные выше уровня земли, и над не отапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	6

ОПРЕДЕЛЯЕМ ФАКТИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ  
ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ РАССЧИТЫВАЕМЫХ  
ОГРАЖДАЕМЫХ КОНСТРУКЦИЙ  $R_0^{\text{ФАКТ}}$  ( $\text{M}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ )/ $\text{BT}$ , С  
УЧЕТОМ ТОЛЩИНЫ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО СЛОЯ  
 $\Delta_x^{\text{ФАКТ}}$ ,  $\text{M}$

$$R_0^{\text{ФАКТ}} = \frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + R_1 + R_2 + \dots + R_x + \dots + R_n + R_{\text{в.п}} + \frac{1}{\alpha_{\text{ext}}},$$

где  $R_x = \frac{\delta_x^{\text{ФАКТ}}}{\lambda_x}$ .

# ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ПЕРЕПАД

Определяется температурный перепад  $\Delta t_0$ , °С, между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности рассчитываемых ограждающих конструкций по формуле

$$\Delta t_0 = \frac{n(t_{\text{int}} - t_{\text{ext}})}{R_0^{\text{факт}} \alpha_{\text{int}}},$$

где  $n$  – коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху, приведенный в табл. 6;  $t_{\text{int}}$  – то же, что и в формуле (1);  $t_{\text{ext}}$  – расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, °С, равная средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92, принимается по табл. 1;  $\alpha_{\text{int}}$  – то же, что и в формуле (4).

Полученные значения не должны превышать нормируемых величин  $\Delta t_n$ , °С, представленных в табл. 5 СНиП 23-02-2003

## Нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции [4]

Здания и помещения	Нормируемый температурный перепад $\Delta t_n$ , °С		
	Наружные стены	Покрытия и чердачные перекрытия	Перекрытия над проездами, подвалами и подпольями
Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты	4,0	3,0	2,0

# ОПРЕДЕЛЯЕМ КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ, Вт/(м<sup>2</sup>\*°С)

Вычисляется коэффициент теплопередачи рассчитываемых ограждающих конструкций  $k_{огр}$ , Вт/(м<sup>2</sup>·°С), по формуле

$$k_{огр} = \frac{1}{R_0^{факт}}.$$

Для наружных дверей вне зависимости от их конструкции приведенное сопротивление теплопередаче  $R_{н.д}$ , м<sup>2</sup>·°С/Вт, и общий коэффициент теплопередачи  $k_{н.д}$ , Вт/(м<sup>2</sup>·°С), определяется из условий:

$$R_{н.д} = \frac{0,6(t_{int} - t_{ext})n_{н.с}}{\Delta t_{n(н.с)}\alpha_{int}}$$

$$k_{н.д} = \frac{1,67\Delta t_{n(н.с)}\alpha_{int}}{(t_{int} - t_{ext})n_{(н.с)}}.$$

Для окон и светопрозрачной части балконных дверей приведенное сопротивление теплопередаче определяется по нормируемому значению из табл. 5 с учетом пояснений по численным величинам коэф  $a$  и  $b$  к формуле (2). Затем по табл. 10 выбирается конструкция заполнения оконного проема и балконных дверей таким образом, чтобы ее сопротивление теплопередаче было больше полученного.

Определяется общая толщина ограждающей конструкции как сумма толщин всех ее слоев  $\delta_{огр}$ , м, по формуле

$$\delta_{огр} = \delta_1 + \delta_2 + \dots + \delta_n + \delta_{в.п}.$$

Таблица 9

## Сопrotивление теплопередаче замкнутых воздушных прослоек [2]

Толщина воздуш- ной про- слойки, м	Термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки, $R_{в.п.}$ ( $m^2 \cdot ^\circ C$ )/Вт			
	Горизонтальной при потоке тепла снизу вверх и вертикальной		Горизонтальной при потоке тепла сверху вниз	
	при температуре воздуха в прослойке			
	положительной	отрицательной	положительной	отрицательной
0,01	0,13	0,15	0,14	0,15
0,02	0,14	0,15	0,15	0,19
0,03	0,14	0,16	0,16	0,21
0,05	0,14	0,17	0,17	0,22
0,1	0,15	0,18	0,18	0,23
0,15	0,15	0,18	0,19	0,24
0,2–0,3	0,15	0,19	0,19	0,24

Таблица 10

**Приведенное сопротивление теплопередаче рекомендуемых окон  
и балконных дверей [7]**

Заполнение светового проема	Приведенное сопротивление теплопередаче $R_0, (m^2 \cdot ^\circ C) / Wt$		
	из обычного стекла	с селективным покрытием	
		твердым	мягким
1	2	3	4
Двойное остекление в стальных отдельных переплетах	0,34	–	–
Двойное остекление в спаренных переплетах	0,40	0,55	–
Двойное остекление в отдельных переплетах	0,44	0,57	–
Тройное остекление в отдельно-спаренных переплетах	0,55	0,60	–
Однокамерный стеклопакет в одиночном переплете	0,38	0,51	0,56
Двухкамерный стеклопакет в одиночном переплете с межстекольным расстоянием:			
8 мм	0,51	–	–
12 мм	0,54	0,58	0,68
Стекло и однокамерный стеклопакет в отдельных переплетах	0,56	0,65	0,72
Стекло и двухкамерный стеклопакет в отдельных переплетах	0,68	0,74	0,81
Два однокамерных стеклопакета в спаренных переплетах	0,70	–	–
Два однокамерных стеклопакета в отдельных переплетах	0,74	–	–
Четыре стекла в двух спаренных переплетах	0,80	–	–

# РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО РАСЧЕТА НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Наименование ограждения		Условное обозначение	Общая толщина ограждения $\delta_{огр}$ , М	$R_0^{факт}$ , $(м^2 \cdot ^\circ C)/Вт$	$k_{огр}$ , $Вт/(м^2 \cdot ^\circ C)$
Наружная стена		НС			
Чердачное перекрытие		Пт			
Перекрытие над подвалом		Пл			
Окно		ОК	—		
Балконная дверь	светопрозрачная часть	БД	—		
	глухая часть		—		
Наружная дверь		НД	—		

# РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ОТОПЛЕНИЕ ЗДАНИЯ

Результаты расчета тепловых потерь

Номер помещения и его назначение	Температура внутреннего воздуха $t_{int}$ , °C	Наружная ограждающая конструкция				Разность температур $t_{int} - t_{ext}$ , °C	Поправочный коэффициент $n$	Коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции $k$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·°C)	Добавочные потери теплоты $\beta$		Множитель для учета дополнительных потерь теплоты $(1 + \Sigma\beta)$	Потери теплоты через ограждающие конструкции $Q_{отр}$ , Вт	Потери теплоты помещением через ограждающие конструкции $\Sigma Q_{отр}$ , Вт	Потери теплоты на нагревание инфльтрующего через ограждающие конструкции наружного воздуха $Q_{инф}$ , Вт	Бытовые теплопотупления $Q_{быт}$ , Вт	Полные потери теплоты помещения $Q_{пом}$ , Вт
		Условное обозначение	Ориентация по сторонам света	Размеры $a \times b$ , м	Площадь $A$ , м <sup>2</sup>				на ориентацию ограждения	на поступление холодного воздуха через наружные двери						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
101 Жилая комната	22	НС														
		НС														
		ОК														
		ОК														
		Пл														

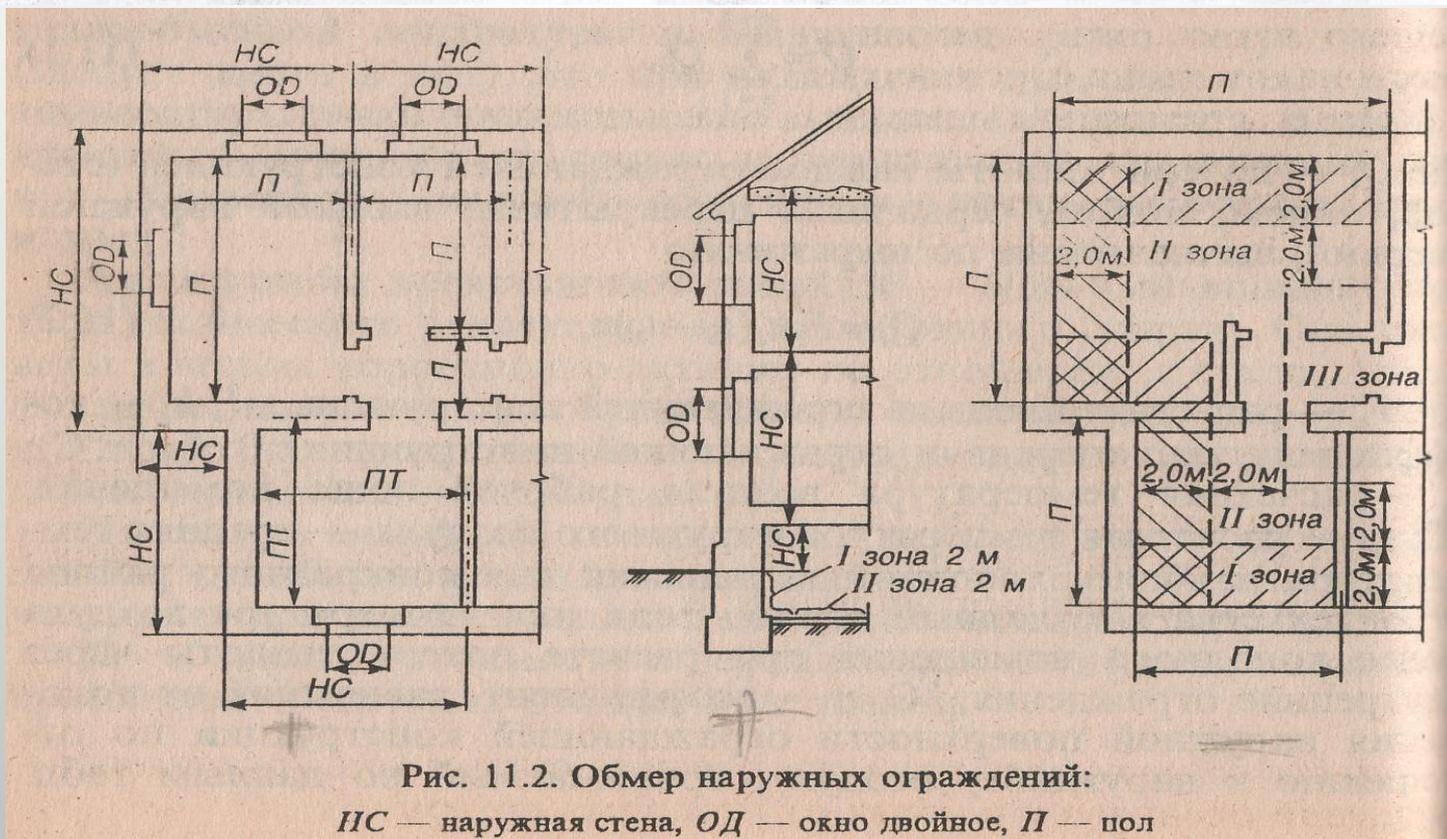
- 1. НОМЕР ПОМЕЩЕНИЯ И ЕГО НАЗНАЧЕНИЕ ВСЕ ПОМЕЩЕНИЯ ЗДАНИЯ, ИМЕЮЩИЕ НАРУЖНЫЕ СТЕНЫ, НА ПЛАНАХ СЛЕДУЕТ ПРОНУМЕРОВАТЬ ТРЕХ- ЗНАЧНЫМИ ЧИСЛАМИ, НАЧИНАЯ С 101 – НА ПЕРВОМ ЭТАЖЕ, 201 – НА ВТОРОМ И Т.Д. ПОМЕЩЕНИЯ НУМЕРУЮТСЯ СЛЕВА НАПРАВО, ЛЕСТНИЧНЫЕ КЛЕТКИ ОБОЗНАЧАЮТ ОТДЕЛЬНО ЗАГЛАВНЫМИ БУКВАМИ, НЕЗАВИСИМО ОТ ЭТАЖНОСТИ ЗДАНИЯ РАССМАТРИВАЮТ КАК ОДНО ПОМЕЩЕНИЕ. НОМЕРА ПРОСТАВЛЯЮТ НА ЧЕРТЕЖАХ В ЦЕНТРЕ ПОМЕЩЕНИЯ В ОДИНАРНОМ КРУЖКЕ.
- 2. ТЕМПЕРАТУРА ВНУТРЕННЕГО ВОЗДУХА  $t_{int}, ^\circ\text{C}$ ,
- В УГЛОВЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ ТЕМПЕРАТУРА ВНУТРЕННЕГО ВОЗДУХА ПРИНИМАЕТСЯ НА 2 °С ВЫШЕ, ЧЕМ В НЕУГЛОВЫХ

Расчетная температура внутреннего воздуха  $t_{int}, ^\circ\text{C}$  [6]

ГОСТ 30494-96

Наименование помещения	Температура воздуха, $t_{int}, ^\circ\text{C}$
Жилая неугловая комната с $t_{ext} > -31^\circ\text{C}$	20 + 20
Жилая неугловая комната с $t_{ext} \leq -31^\circ\text{C}$	21
Кухня	19
Туалет	19
Ванная, совмещенный санузел	24
Лестничная клетка	16

Графа 3 – «Наружная ограждающая конструкция. Обозначение». Приняты следующие обозначения наружных ограждающих конструкций: НС – наружная стена; Пл – перекрытие над неотапливаемым подвалом; Пт – чердачное перекрытие; ОК – окно; БД, НД – балконные и наружные входные двери.



Графа 7 – «Разность температур ( $t_{\text{int}} - t_{\text{ext}}$ ), °С». Разность температур ( $t_{\text{int}} - t_{\text{ext}}$ ), где  $t_{\text{int}}$  – то же, что и в графе 2,  $t_{\text{ext}}$  – то же, что и в формуле (6). (7)

Графа 8 – «Поправочный коэффициент  $n$ ». Поправочный коэффициент к разности температур ( $t_{\text{int}} - t_{\text{ext}}$ ) принимается по табл. 6.

Графа 9 – «Коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций  $k$ , Вт/(м<sup>2</sup> · °С)». Коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций  $k$  принимается по результатам теплотехнического расчета (см. табл. 11). Определение площади наружной стены с окном может быть произведено по габаритным размерам стены без вычета площади окон. В качестве расчетного коэффициента теплопередачи окна следует принимать:  $k_{\text{ок}} - k_{\text{н.с}}$ .

Графа 10 – «Добавочные потери теплоты  $\beta$  на ориентацию ограждения». Следует принимать в долях от основных потерь теплоты в помещениях любого назначения через наружные вертикальные и наклонные (вертикальная проекция) стены, двери и окна, обращенные на Север, Восток, Северо-Восток и Северо-Запад – в размере 0,1; на Юго-Восток и Запад – в размере 0,05.

Графа 11 – «Добавочные потери теплоты  $\beta$  на поступление холодного воздуха через наружные двери». Добавка к потерям теплоты в лестничной клетке на поступление холодного воздуха при открывании наружных дверей, не оборудованных воздушными или воздушно-тепловыми завесами, при высоте зданий  $H$ , м, от средней планировочной отметки земли до верха карниза, в размере:

0,2  $H$  – для тройных дверей с двумя тамбурами между ними;

0,27  $H$  – для двойных дверей с тамбурами между ними;

0,34  $H$  – для двойных дверей без тамбура;

0,22  $H$  – для одинарных дверей.

Графа 12 – «Множитель для учета дополнительных потерь теплоты  $(1 + \sum\beta)$ ».

Графа 13 – «Потери теплоты через ограждающие конструкции  $Q_{\text{орг}}$ , Вт». Определяются по формуле

$$Q_{\text{орг}} = A(t_{\text{int}} - t_{\text{ext}}) \cdot (1 + \sum\beta)nk. \quad (12)$$

Графа 14 – «Потери теплоты помещением через ограждающие конструкции  $\Sigma Q_{\text{огр}}$ , Вт». Определяются как сумма потерь теплоты через отдельные ограждающие конструкции данного помещения.

Графа 15 – «Потери теплоты на нагревание инфильтрующегося через ограждающие конструкции наружного воздуха  $Q_{\text{инф}}$ , Вт». В результате действия теплового и ветрового давления через поры и неплотности в наружных ограждениях происходит просачивание холодного наружного воздуха внутрь помещения (инфильтрация). Для упрощения расчетов в курсовой работе принимается  $Q_{\text{инф}} = 0,3 \Sigma Q_{\text{огр}}$ .

Графа 16 – «Бытовые теплопоступления  $Q_{\text{быт}}$ , Вт». Количество теплоты, которое выделяется в процессе жизнедеятельности в комнатах и кухнях жилых домов, следует принимать не менее чем 10 Вт на 1 м<sup>2</sup> площади пола помещения.

Графа 17 – «Полные потери теплоты помещения  $Q_{\text{пом}}$ , Вт». Определяются по формуле

$$Q_{\text{пом}} = \sum Q_{\text{огр}} + Q_{\text{инф}} - Q_{\text{быт}}. \quad (13)$$

Результат должен быть округлен до 10 Вт.

Потери теплоты помещениями всего здания  $Q_{\text{зд}}$ , Вт, равны

$$Q_{\text{зд}} = \sum Q_{\text{пом}}. \quad (14)$$

После определения  $Q_{\text{зд}}$  следует найти удельный (на 1 м<sup>2</sup> отапливаемой площади пола квартир или полезной площади помещений) расход тепловой энергии на отопление здания  $q_h^{\text{des}}$ , кДж/(м · °С · сут):

$$q_h^{\text{des}} = \frac{10^3 Q_h^y}{(A_h D_d)}, \quad (15)$$

где  $Q_h^y$  – расход тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода, МДж, который вычисляется по формуле (16);  $A_h$  – сумма площадей пола квартир или полезной площади помещений здания, за исключением технических этажей и гаражей, м<sup>2</sup>;  $D_d$  – то же, что и в формуле (1).

Полученная величина должна быть меньше или равна нормируемому значению  $q_h^{\text{des}}$ , кДж/(м<sup>2</sup> · °С · сут), принимаемому по табл. 14.

$$Q_h^y = \frac{3,6\beta_{\text{пот}}Q_{\text{зд}}D_d \cdot 24}{(t_{\text{int}} - t_{\text{ext}})10^3}, \quad (16)$$

где  $\beta_{\text{пот}}$  – коэффициент, учитывающий непроизводительные потери теплоты системой отопления, принимаемый равным 1,1.