



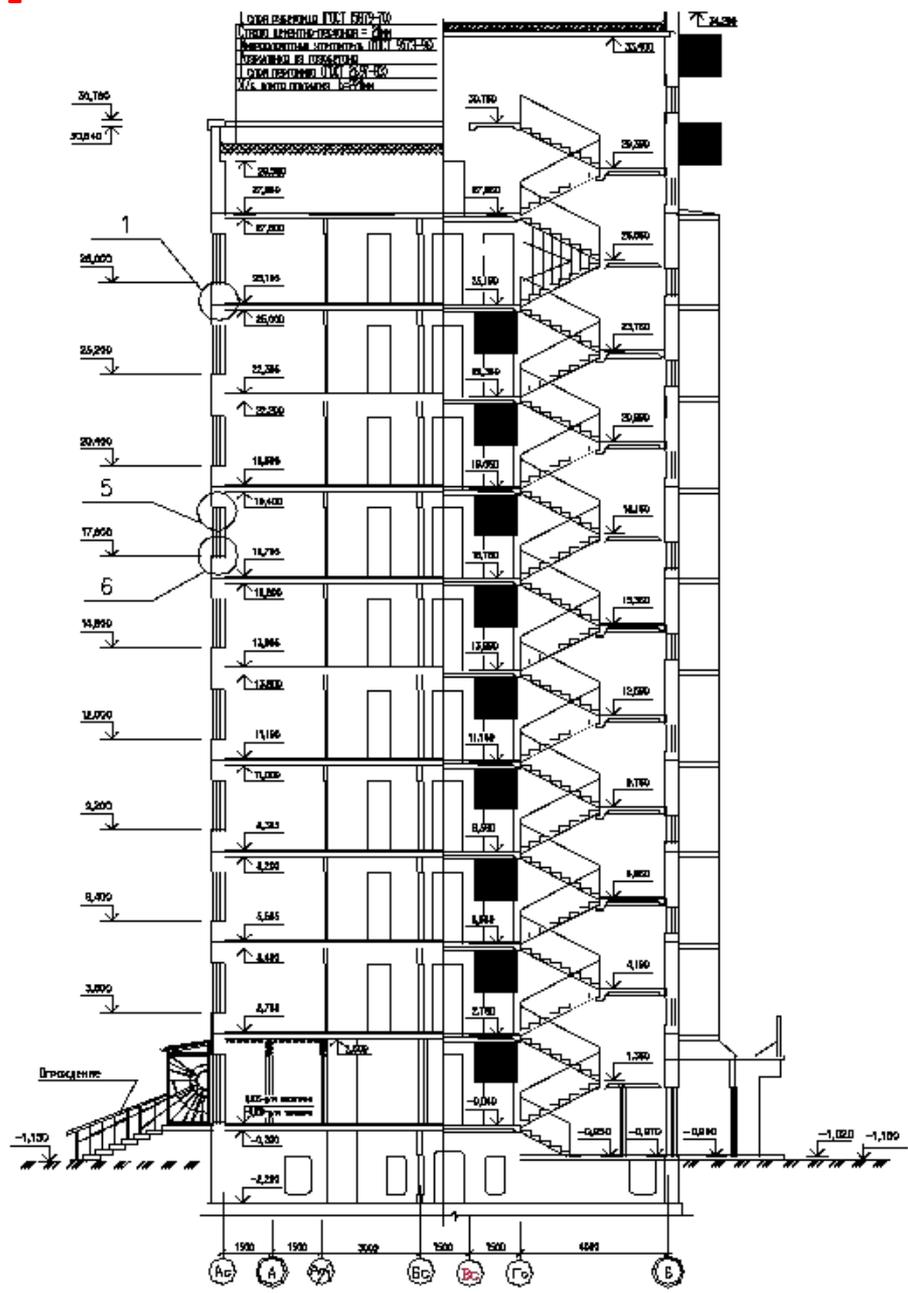
Последовательность теплотехнического расчета ограждающих конструкций зданий

Пример 1

Фасад в осях 4-1



Пример 1

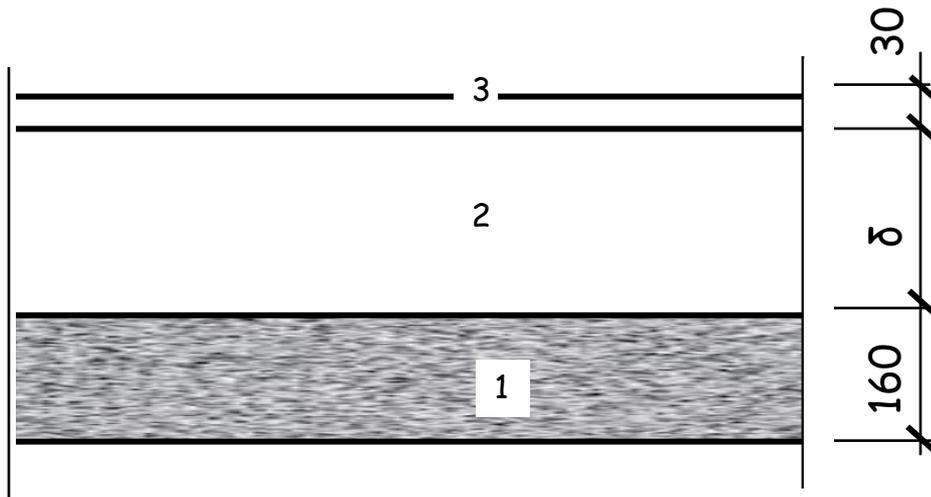


Пример 1

Чердак - холодный

Конструкция чердачного перекрытия:

- ж/б плита толщиной 160 мм плотностью 2500 кг/м^3 ;
- утеплитель - пенополистирол плотностью 40 кг/м^3 ;
- стяжка из цементно-песчаного раствора толщиной 30 мм.



Нормируемые показатели тепловой защиты зданий

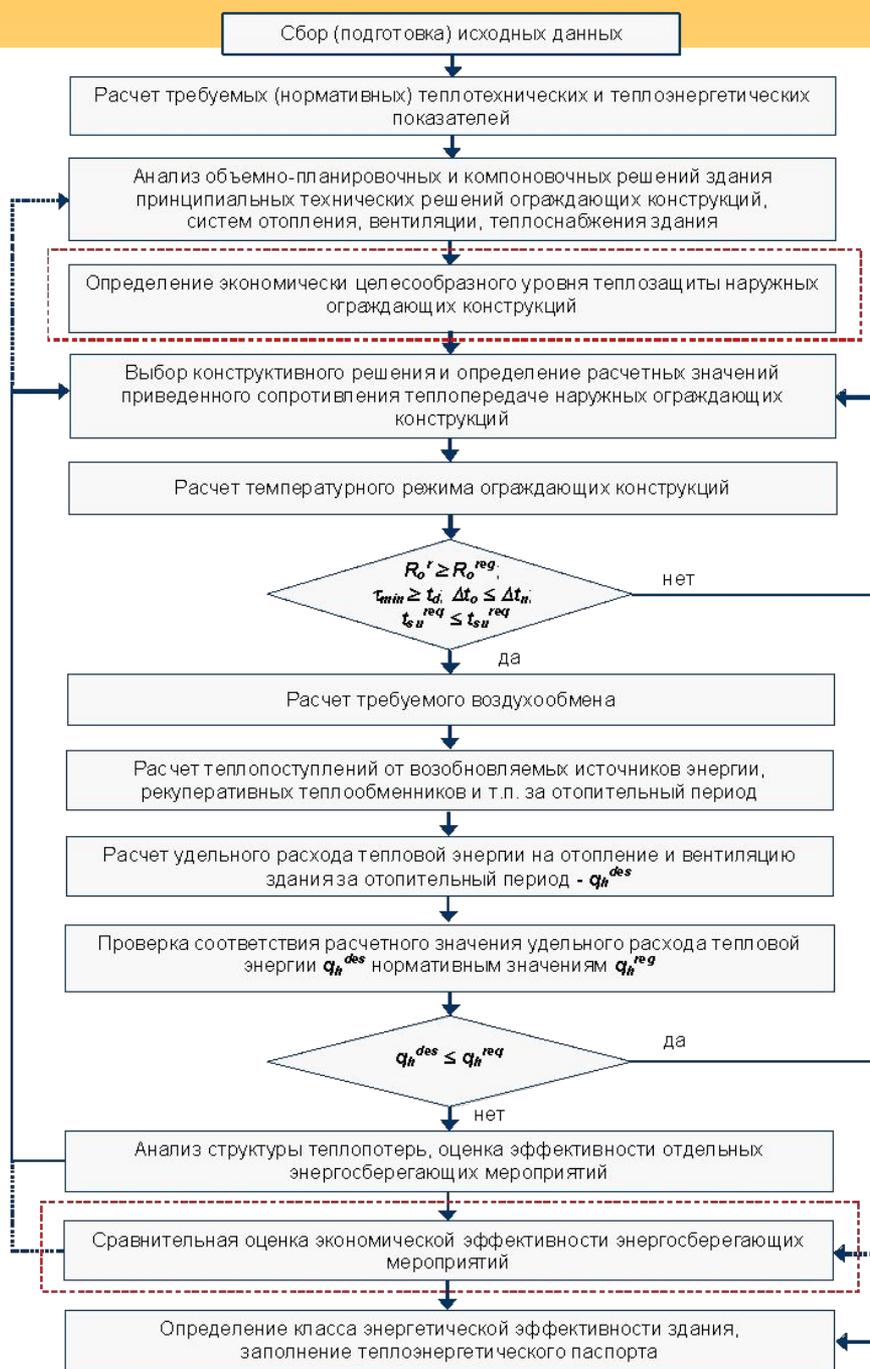
При проектировании тепловой защиты зданий определяющими показателями (критериями) являются [1]:

- величина приведенного сопротивления теплопередаче отдельных ограждающих конструкций R_{reg} , $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$;
- температурный перепад между температурами внутреннего воздуха и внутренней поверхности конструкции, Δt_n , °C (под температурой внутренней поверхности конструкции понимается средняя температура);
- минимальная температура внутренней поверхности, t_{min} , °C ;
- удельный расход тепловой энергии на отопление здания q_n^{reg} , $\text{кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C} \cdot \text{сут})$ или $\text{кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C} \cdot \text{сут})$.

Необходимо отметить, что в ряде регионов РФ действуют территориальные строительные нормы (ТСН), требования которых могут отличаться от СНиП 23-02-2003 [1] как по составу показателей, так и их величине. В частности, могут нормироваться:

- минимально допустимое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций R_o^{min} , $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$;
- удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период q_n^{reg} , $\text{МДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ или $\text{МДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{год})$.

Требования к ограждающим конструкциям и последовательность проектирования тепловой защиты зданий устанавливаются СНиП 23-02-2003



**Последовательность расчета
приведенного сопротивления
теплопередаче ограждающих
конструкций**

А. Теплотехнически однородные конструкции

1. Сбор и подготовка исходных данных:

- район строительства
- назначение здания
- расчетная температура внутреннего воздуха (ГОСТ 30494-96)
- расчетная относительная влажность внутреннего воздуха (СНиП 23-02-2003) ;
- расчетная температура наружного воздуха (СНиП 23-01-99)
- средняя температура отопительного периода (СНиП 23-01-99)
- продолжительность отопительного периода (СНиП 23-01-99)
- предполагаемый состав ограждающих конструкций

2. Определение условий эксплуатации ограждающих конструкций:

- по району строительства - зона влажности (СНиП 23-02-2003, прил.А)
- по температуре и относительная влажность воздуха помещений - влажностный режим помещений табл.1 СНиП 23-02-2003;
- по табл.2 - условия эксплуатации - А или Б.

3. Определение расчетных коэффициентов теплопроводности материалов:

- по прил.Д СП 23-101-2004 - расчетный коэффициент теплопроводности основных материалов

4. Расчетные коэффициенты теплообмена поверхностей:

- коэффициент положения ограждающей конструкции (табл.6 СНиП 23-02-2003);
- коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности (табл.7, СНиП 23-02-2003);
- коэффициент теплоотдачи наружной поверхности (табл.8, СП 23-101-2004)

5. Определение градусосуток отопительного периода :

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

6. Определение величины требуемого сопротивления теплопередаче

- по табл.4 СНиП 23-02-2003 в зависимости от D_d , назначения здания и вида ограждающей конструкции - определяется R^{reg}

7. Определение требуемой толщины утеплителя и R_o (для теплотехнически однородных конструкций)

$$R_o = 1/\alpha_{int} + \sum \delta_i / \lambda_i + 1/\alpha_{ext}$$

8. сопоставление R_o и R_{reg}

- должно быть $R_o \geq R_{reg}$

Для чердачного перекрытия:

$$R_o = 1/8,7 + 0,16/1,92 + \delta_{yt}/0,041 + 0,03/0,76 + 1/12$$

если $\delta_{yt} = 190$ мм

$$R_o = 4,96 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}.$$

$$R_o = 4,96 > R_{reg} = 4,82 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}.$$

Таблица 1

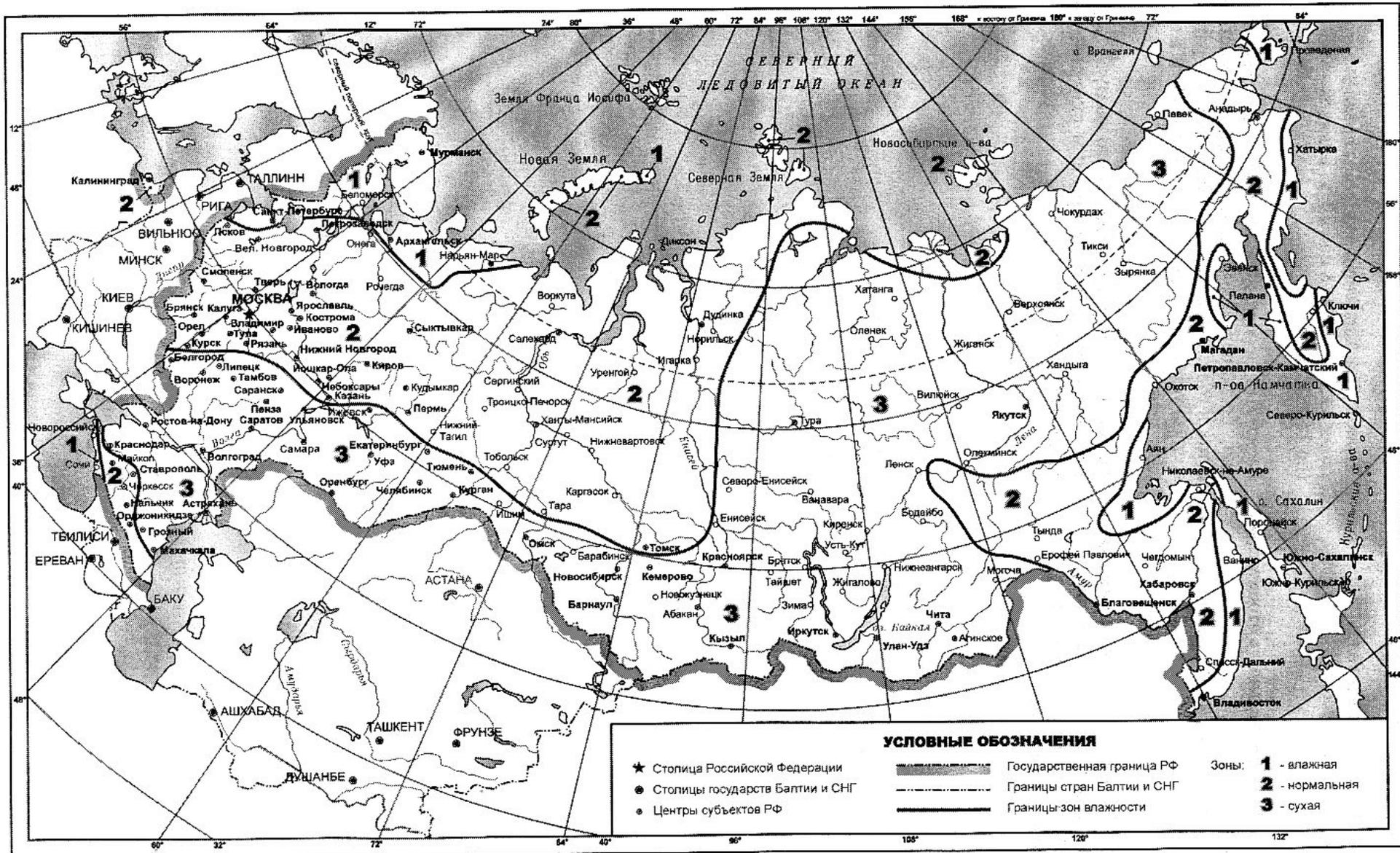
Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне помещений жилых зданий и общежитий

+

Период года	Наименование помещения	Температура воздуха, °С		Результующая температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая, не более	оптимальная, не более	допустимая, не более
Холодный	Жилая комната	20-22	18-24	19-20	17-23	45-30	60	0,15	0,2
			(20-24)		(19-23)				
	То же, в районах с температурой наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92) минус 31 °С и ниже	21-23	20-24	20-22	19-23	45-30	60	0,15	0,2
			(22-24)		(21-23)				
	Кухня	19-21	18-26	18-20	17-25	НН*	НН	0,15	0,2
		19-21	18-26	18-20	17-25	НН	НН	0,15	0,2
	Туалет								
	Ванная, совмещенный санузел	24-26	18-26	23-27	17-26	НН	НН	0,15	0,2
Холодный	Помещения для отдыха и учебных занятий	20-22	18-24	19-21	17-23	45-30	60	0,15	0,2
	Межквартирный коридор	18-20	16-22	17-19	15-21	45-30	60	0,15	0,2
	Вестибюль, лестничная клетка	16-18	14-20	15-17	13-19	НН	НН	0,2	0,3
	Кладовые	16-18	12-22	15-17	11-21	НН	НН	НН	НН
Теплый	Жилая комната	22-25	20—28	22-24	18-27	60-30	65	0,2	0,3

* НН — не нормируется

Примечание — Значения в скобках относятся к домам для престарелых и инвалидов



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

★ Столица Российской Федерации	— Государственная граница РФ	Зоны: 1 - влажная
● Столицы государств Балтии и СНГ	- - - Границы стран Балтии и СНГ	2 - нормальная
● Центры субъектов РФ	— Границы зон влажности	3 - сухая

Таблица 1 - **Влажностный режим помещений зданий**

Режим	Влажность внутреннего воздуха, %, при температуре, °C		
	до 12	св. 12 до 24	св. 24
Сухой	До 60	До 50	До 40
Нормальный	Св. 60 до 75	Св. 50 до 60	Св. 40 до 50
Влажный	Св. 75	" 60 " 75	" 50 " 60
Мокрый	-	Св. 75	Св. 60

4.4 Условия эксплуатации ограждающих конструкций А или Б в зависимости от влажностного режима помещений и зон влажности района строительства для выбора теплотехнических показателей материалов наружных ограждений следует устанавливать по таблице 2. Зоны влажности территории России следует принимать по приложению В.

Таблица 2 - **Условия эксплуатации ограждающих конструкций**

Влажностный режим помещений зданий (по таблице 1)	Условия эксплуатации <u>А</u> и <u>Б</u> в зоне влажности (по приложению В)		
	сухой	нормальной	влажной
Сухой	А	А	Б
Нормальный	А	Б	Б
Влажный или мокрый	Б	Б	Б

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(обязательное)

**РАСЧЕТНЫЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ
СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ**

Таблица Д.1

№ п.п.	Материал	Характеристики материалов в сухом состоянии			Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации по СНиП 23-02)							
		плотность ρ_0 , кг/м ³	удельная теплоемкость c_0 , кДж/(кг·°С)	коэффициент теплопроводности λ_0 , Вт/(м·°С)	массового отношения влаги в материале w , %		теплопроводности λ , Вт/(м·°С)		теплоусвоения (при периоде 24 ч) s , Вт/(м ² ·°С)		паропроницаемости μ , мг/(м·ч·Па)	
					А	Б	А	Б	А	Б		А, Б
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
I	Теплоизоляционные материалы (ГОСТ 16381)											
A	Полимерные											
1	Пенополистирол	150	1,34	0,05	1	5	0,052	0,06	0,89	0,99	0,05	
2	"	100	1,34	0,041	2	10	0,041	0,052	0,65	0,82	0,05	
3	Пенополистирол (ГОСТ 15588)	40	1,34	0,037	2	10	0,041	0,05	0,41	0,49	0,05	
4	Пенополистирол ОАО "СП Радослав"	18	1,34	0,042	2	10	0,042	0,043	0,28	0,32	0,02	
5	То же	24	1,34	0,04	2	10	0,04	0,041	0,32	0,36	0,02	
6	Экструдированный пенополистирол Стиродур 2500С	25	1,34	0,029	2	10	0,031	0,031	0,28	0,31	0,013	
7	То же 2000С	28	1,34	0,028	2	10	0,031	0,031	0,28	0,31	0,013	

Требования СНиП 23-02-2003 по показателю приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций

Таблица 4 — Нормируемые значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций

Здания и помещения, коэффициенты a и b	Градусо-сутки отопительного периода D_d , °C·сут	Нормируемые значения сопротивления теплопередаче R_{req} , м ² ·°C/Вт, ограждающих конструкций				
		Стен	Покрытый и перекрытый над проездами	Перекрытый чердачных, над неотапливаемыми подпольями и подвалами	Окон и балконных дверей, витрин и витражей	Фонарей с вертикальным остеклением
1	2	3	4	5	6	7
1 Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития	2000	2,1	3,2	2,8	0,3	0,3
	4000	2,8	4,2	3,7	0,45	0,35
	6000	3,5	5,2	4,6	0,6	0,4
	8000	4,2	6,2	5,5	0,7	0,45
	10000	4,9	7,2	6,4	0,75	0,5
	12000	5,6	8,2	7,3	0,8	0,55
a	—	0,00035	0,0005	0,00045	—	0,000025
b	—	1,4	2,2	1,9	—	0,25
2 Общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые, производственные и другие здания и помещения с влажным или мокрым режимом	2000	1,8	2,4	2,0	0,3	0,3
	4000	2,4	3,2	2,7	0,4	0,35
	6000	3,0	4,0	3,4	0,5	0,4
	8000	3,6	4,8	4,1	0,6	0,45
	10000	4,2	5,6	4,8	0,7	0,5
	12000	4,8	6,4	5,5	0,8	0,55
a	—	0,0003	0,0004	0,00035	0,00005	0,000025
b	—	1,2	1,6	1,3	0,2	0,25

9.1.2 Сопротивление теплопередаче R_o , $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, однородной однослойной или многослойной ограждающей конструкции с однородными слоями или ограждающей конструкции в удалении от теплотехнических неоднородностей не менее чем на две толщины ограждающей конструкции следует определять по формуле

$$R_o = R_{si} + R_k + R_{se}, \quad (8)$$

где $R_{si} = 1/\alpha_{int}$, α_{int} - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$, принимаемый по таблице 7 СНиП 23-02;

$R_{se} = 1/\alpha_{ext}$, α_{ext} - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для условий холодного периода, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$, принимаемый по таблице 8 настоящего свода правил;

Термическое сопротивление ограждающей конструкции R_k , $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, с последовательно расположенными однородными слоями следует определять как сумму термических сопротивлений отдельных слоев

$$R_k = R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{al}, \quad (7)$$

где R_1, R_2, \dots, R_n - термические сопротивления отдельных слоев ограждающей конструкции, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, определяемые по формуле (6);

R_{al} - термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки, принимаемое по таблице 7.

Пример 2

Фасад в осях 4-1



Пример 2

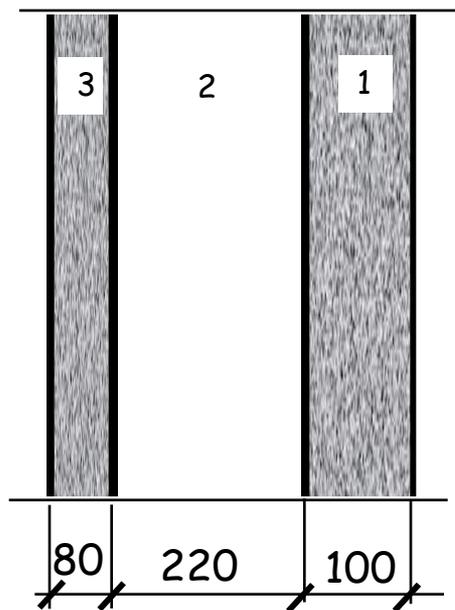
Назначение здания - жилое.

Район строительства - г.Омск.

Здание запроектировано в конструкциях серии 97.

Стеновые панели - толщиной 400 мм:

- внутренний слой - керамзитобетон плотностью 1600 кг/м^3 , толщиной 100 мм,;
 - теплоизоляционный слой - пенополистирол плотностью 40 кг/м^3 , толщиной 220 мм;
 - наружный слой - керамзитобетон плотностью 1600 кг/м^3 , толщиной 80 мм.
- Связь между внутренним и наружным слоями - гибкие связи из стеклопластика.



Б. Теплотехнически неоднородные конструкции

1. Сбор и подготовка исходных данных:

- район строительства
- назначение здания
- расчетная температура внутреннего воздуха (ГОСТ 30494-96)
- расчетная относительная влажность внутреннего воздуха (СНиП 23-02-2003) ;
- расчетная температура наружного воздуха (СНиП 23-01-99)
- средняя температура отопительного периода (СНиП 23-01-99)
- продолжительность отопительного периода (СНиП 23-01-99)
- предполагаемый состав ограждающих конструкций

2. Определение условий эксплуатации ограждающих конструкций:

- по району строительства - зона влажности (СНиП 23-02-2003, прил.А)
- по температуре и относительная влажность воздуха помещений - влажностный режим помещений табл.1 СНиП 23-02-2003;
- по табл.2 - условия эксплуатации - А или Б.

3. Определение расчетных коэффициентов теплопроводности материалов:

- по прил.Д СП 23-101-2004 - расчетный коэффициент теплопроводности основных материалов

4. Расчетные коэффициенты теплообмена поверхностей:

- коэффициент положения ограждающей конструкции (табл.6 СНиП 23-02-2003);
- коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности (табл.7, СНиП 23-02-2003);
- коэффициент теплоотдачи наружной поверхности (табл.8, СП 23-101-2004)

5. Определение градусосуток отопительного периода :

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

6. Определение величины требуемого сопротивления теплопередаче

- по табл.4 СНиП 23-02-2003 в зависимости от D_d , назначения здания и вида ограждающей конструкции - определяется R^{reg}

7. Определение термического сопротивления по глади конструкции (без учета теплопроводных включений) - R_k^{ysl}

$$R_k^{ysl} = \sum \delta_i / \lambda_i$$

8. Определение коэффициента теплотехнической однородности конструкции - γ (по справочным данным или расчетом температурных полей)

9. Расчет приведенного термического сопротивления конструкции $R^{пр}$:

$$R_k^{пр} = R_k^{усл} \times r$$

9. Расчет приведенного сопротивления теплопередаче конструкции $R_o^{пр}$

$$R_o^{пр} = R_k^{пр} + 1/\alpha_{int} + 1/\alpha_{ext}$$

10. Сопоставление $R_o^{пр}$ и R_{reg}

должно быть $R_o^{пр} \geq R_{reg}$

Для стеновой панели:

$$R_o = 1/8,7 + R_k^{пр} + 1/23$$

$R_k^{пр}$ - приведенное термическое сопротивление конструкции (панели)

$$R_k^{пр} = R_k^{усл} \times r,$$

где r - коэффициент теплотехнической однородности;
 $R_k^{усл}$ - термическое сопротивление конструкции без учета теплопроводных включений (по глади)

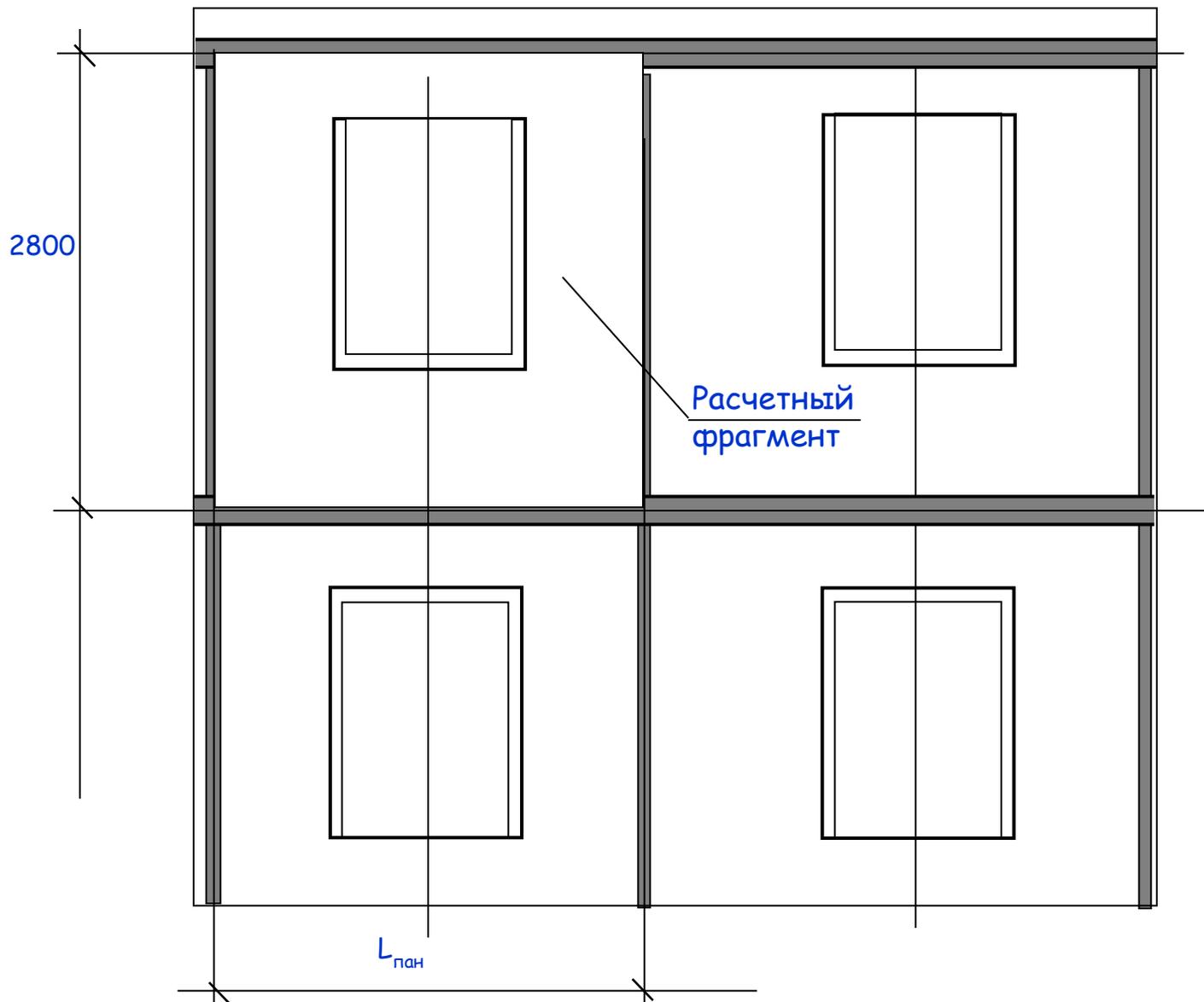
Для стеновой панели серии 97

$$R_k^{усл} = 0,1/0,67 + 0,22/0,041 + 0,08/0,67 = 5,63 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}.$$

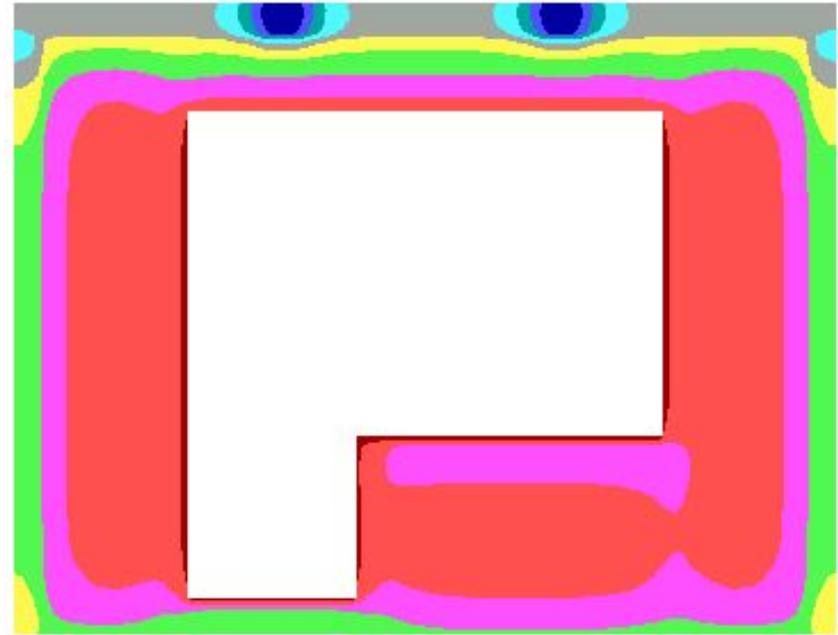
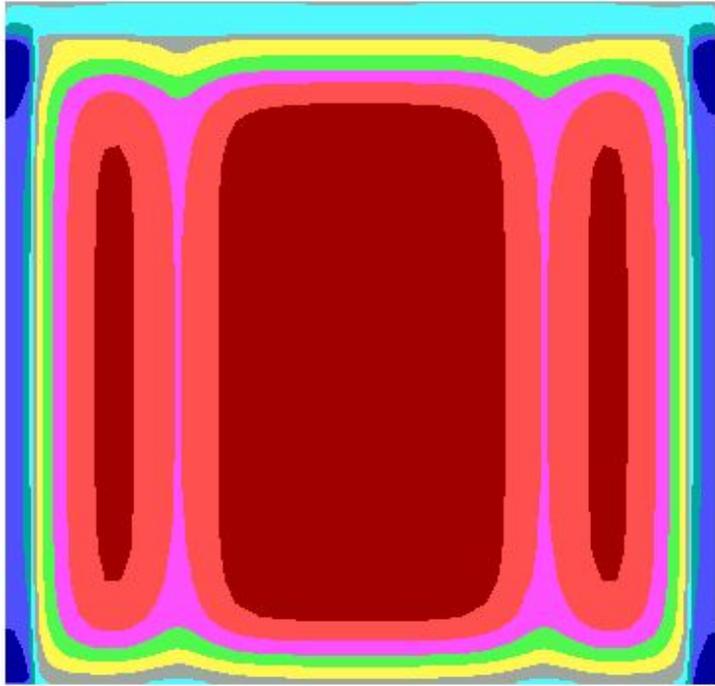
$r = 0,85$ (по справочным данным - на основании расчетов температурных полей)

Соответственно $R_k^{пр} = 5,63 \times 0,85 = 4,79 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}.$

$$R_o^{пр} = 1/8,7 + 4,79 + 1/23 = 4,95 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}, > R_{рег} = 3,67 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$



Пример выбора расчетного фрагмента наружной стены (стеновой панели) для определения приведенного сопротивления теплопередаче по программе «TEMPER-3D»



Пример представления результатов расчета распределения температур по внутренней поверхности стеновых панелей для определения приведенного сопротивления теплопередаче по программе «TEMPER-3D»

Минимальный шаг разбиения отдельных элементов – 0,2 мм.

Величина приведенного сопротивления теплопередаче определена в соответствии с [2] на основании расчета суммарного теплового потока Q , входящего в расчетную область.

Расчетка результатов расчета приведенного сопротивления теплопередаче расчетного фрагмента стены приведен в таблице В1, распределение температур по поперечному сечению представлено на рис. В4.

Приведенное сопротивление теплопередаче расчетного фрагмента стены составляет - $R_0 = 2,73 \text{ м}^2 \cdot \text{С}/\text{Вт}$, коэффициент теплоемкостической однородности $r = 0,91$.

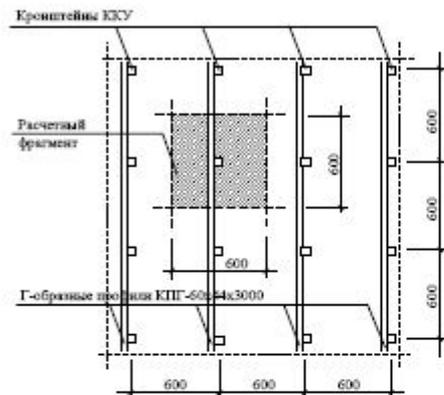


Рис.В2. Схема определения размеров расчетного фрагмента наружной стены

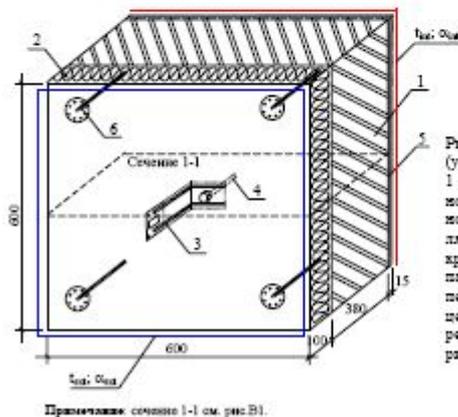


Рис.В3. Схема расчетного фрагмента (условно показана без облицовки): 1 - кирпичная кладка из обыкновенного глиняного кирпича на цементно-песчаном растворе; 2 - теплоизоляция (минераловатные плиты); 3 - кронштейн ККУ-L-80 с шайбой и паронитовой прокладкой; 4 - крепежный элемент; 5 - штукатурка на цементно-песчаном растворе; 6 - тарельчатый дюбель (сечение 1-1 - см. рис.В1)

Приведено сечение 1-1 см. рис.В1.

Толщина утепляющего слоя, мм	Основные расчетных фрагментов и результаты расчета температурных полей	Коэффициент теплопроводности утеплителя, Вт/(м·°С)	Коэффициент теплоемкостической однородности r
200	<p>Условные обозначения: 1 - кирпичная кладка; 2 - утеплитель; 3 - кронштейн фасадной системы; 4 - паронитовая прокладка.</p>	0,040	0,83
		0,045	0,84
		0,050	0,85
		0,060	0,87
2. Несущий слой - кладка толщиной 380 мм из кирпича			
50	<p>Условные обозначения: 1 - кирпичная кладка; 2 - утеплитель; 3 - кронштейн фасадной системы; 4 - паронитовая прокладка.</p>	0,040	0,96
		0,045	0,96
		0,050	0,97
		0,060	0,97
100	<p>Условные обозначения: 1 - кирпичная кладка; 2 - утеплитель; 3 - кронштейн фасадной системы; 4 - паронитовая прокладка.</p>	0,040	0,91
		0,045	0,92
		0,050	0,93
		0,060	0,93

Проверка нормируемого
температурного перепада
 Δt_n

Проверка нормируемого температурного перепада Δt_n :

Расчетный температурный перепад Δt_0 , °С, между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен превышать нормируемых величин Δt_n , °С, установленных в таблице 5, и определяется по формуле

$$\Delta t_0 = \frac{n(t_{int} - t_{ext})}{R_0 \alpha_{int}}, \quad (4)$$

где n - то же, что и в формуле (3);

t_{int} - то же, что и в формуле (2);

t_{ext} - то же, что и в формуле (3).

R_0 - приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, $\text{м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$,

Таблица 5 - Нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции

Здания и помещения	Нормируемый температурный перепад Δt_n , °C, для			
	наружных стен	покрытий и чердачных перекрытий	перекрытий над проездами, подвалами и подпольями	зенитных фонарей
1. Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты	4,0	3,0	2,0	$t_{int} - t_d$
2. <u>Общественные</u> , кроме указанных в <u>поз.1</u> , административные и бытовые, за исключением помещений с влажным или мокрым режимом	4,5	4,0	2,5	$t_{int} - t_d$
3. <u>Производственные</u> с сухим и нормальным режимами	$t_{int} - t_d$, но не более 7	0,8($t_{int} - t_d$) , но не более 6	2,5	$t_{int} - t_d$
4. Производственные и другие помещения с влажным или мокрым режимом	$t_{int} - t_d$	0,8($t_{int} - t_d$)	2,5	-
5. Производственные здания со значительными избытками явной теплоты (более 23 Вт/м ³) и расчетной относительной влажностью внутреннего воздуха более 50%	12	12	2,5	$t_{int} - t_d$

Обозначения: t_{int} - то же, что в формуле (2);

t_d - температура точки росы, °C, при расчетной температуре t_{int} и относительной влажности внутреннего воздуха, принимаемым согласно 5.9 и 5.10. СанПиН 2.1.2.1002, ГОСТ 12.1.005 и СанПиН 2.2.4.548, СНиП 41-01 и нормам проектирования соответствующих зданий.

Примечание - Для зданий картофеле- и овощехранилищ нормируемый температурный перепад Δt_n для наружных стен, покрытий и чердачных перекрытий следует принимать по СНиП 2.11.02.

Проверка нормируемого температурного перепада Δt_n :

$$\Delta t_{\text{расч}} < \Delta t_n$$

Для жилых зданий:

- стены - $\Delta t_n = 4 \text{ }^\circ\text{C}$;
- перекрытия - $\Delta t_n = 3 \text{ }^\circ\text{C}$.

Соответственно:

- для стен $\Delta t = [21 - (-37)] / (4,95 \times 8,7) = 1,3 \text{ }^\circ\text{C}$;
- для чердачного перекрытия $\Delta t = [21 - (-37)] / (4,82 \times 8,7) = 1,4 \text{ }^\circ\text{C}$.

Проверка температуры внутренней поверхности (не ниже температуры точки росы)

Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции в зоне теплопроводных включений t_{min} (стыков, ребер и др.), а также в углах и оконных откосах должна быть не ниже температуры точки росы внутреннего воздуха t_d , °С при расчетной температуре наружного воздуха в холодный период года

$$t_{min} \geq t_d$$

При определении температуры точки росы t_d в местах теплопроводных включений, углах ограждающих конструкций, оконных откосов и т.п., относительную влажность внутреннего воздуха следует принимать [1]:

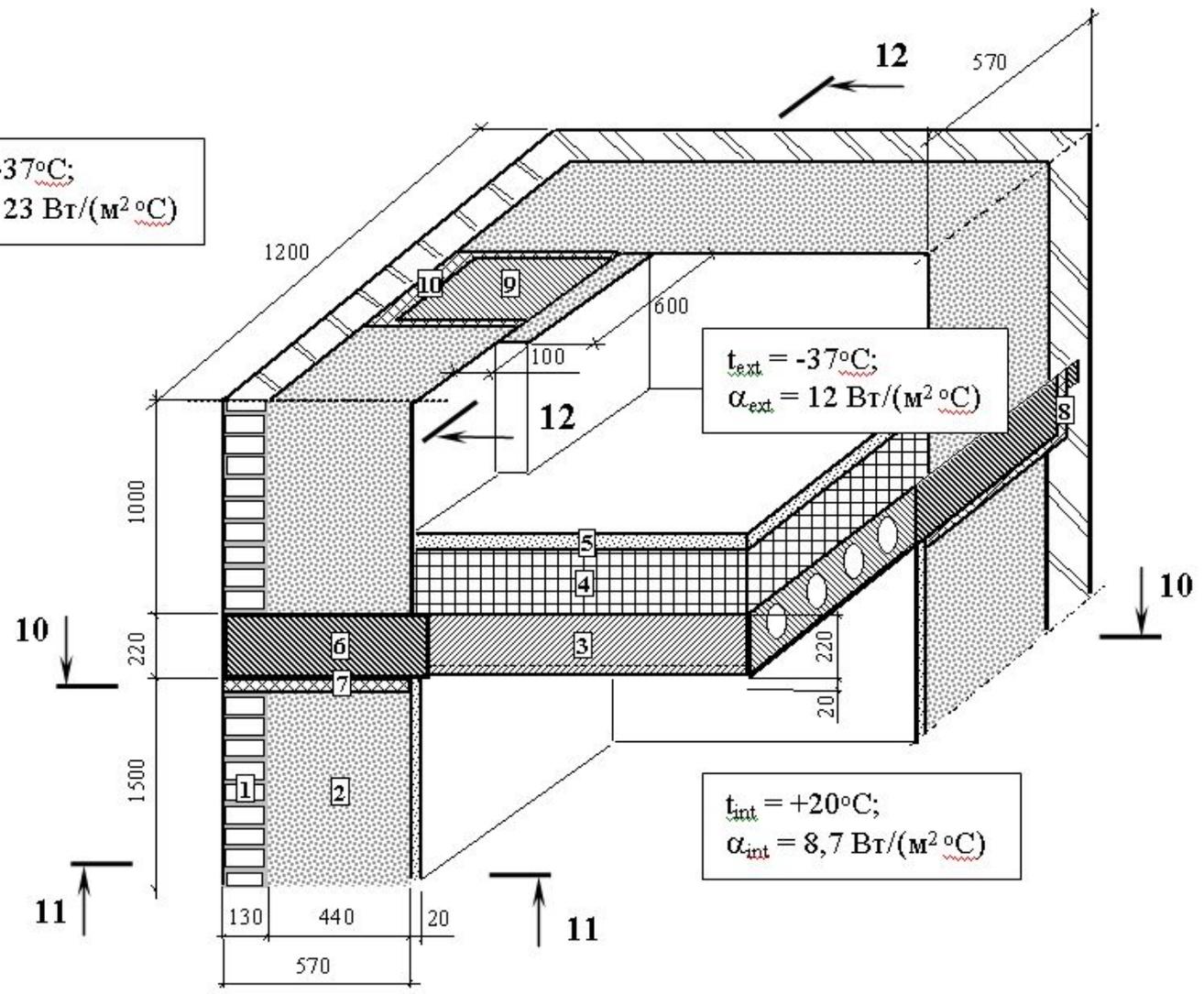
- для помещений жилых зданий, больничных учреждений, диспансеров, амбулаторно-поликлинических учреждений, родильных домов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, общеобразовательных детских школ, детских садов, яслей, яслей-садов (комбинатов) и детских домов - 55 %, для помещений кухонь - 60 %, для ванных комнат - 65 %, для теплых подвалов и подполий с коммуникациями - 75 %;

- для теплых чердаков жилых зданий - 55 %;

- для помещений общественных зданий (кроме вышеуказанных) - 50 %.

Значения температур точки росы t_d для некоторых значений температур t_{int} и относительной влажности φ_{int} внутреннего воздуха помещений приведены в приложении Б.

$t_{ext} = -37^{\circ}\text{C};$
 $\alpha_{ext} = 23 \text{ BТ}/(\text{M}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C})$



$t_{ext} = -37^{\circ}\text{C};$
 $\alpha_{ext} = 12 \text{ BТ}/(\text{M}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C})$

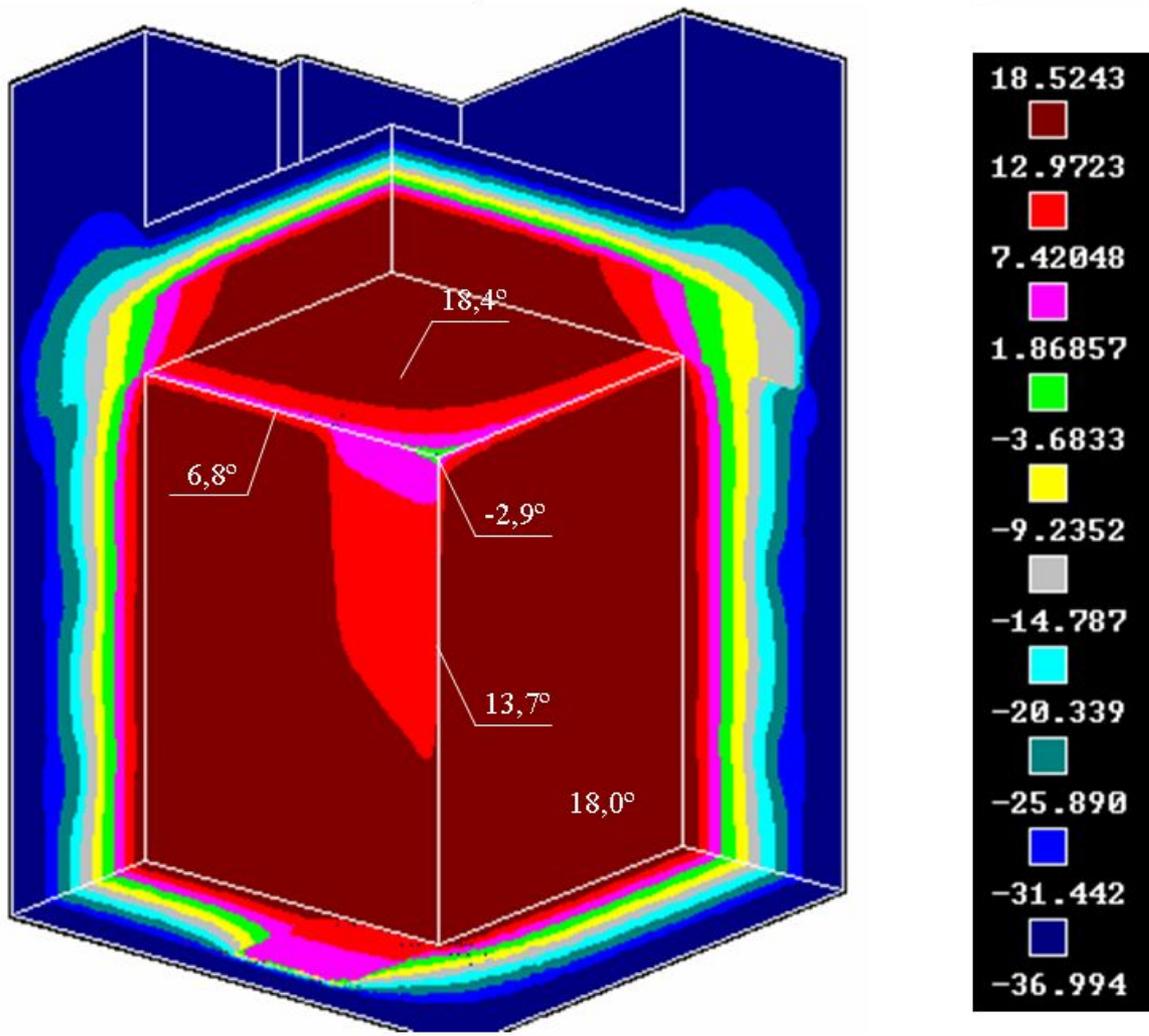
$t_{int} = +20^{\circ}\text{C};$
 $\alpha_{int} = 8,7 \text{ BТ}/(\text{M}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C})$

10 ↓

10 ↓

11 ↑

11 ↑



Общий вид распределения температур расчетного фрагмента узла сопряжения наружной стены с плитами чердачного перекрытия при **отсутствии** в монолитном ж/б поясе термовкладышей

