



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Строительство уникальных зданий и сооружений»

**Методические указания**  
для выполнения раздела дипломного  
проектирования  
**«Архитектурно-строительные  
решения»**

для обучающихся по специальности 08.05.01  
«Строительство уникальных зданий и  
сооружений» специализация «Строительство  
высотных и большепролетных зданий и  
сооружений» очной формы обучения

Авторы  
Лапина А.П., Сайбель А.В.  
Халезин С.В.

Ростов-на-Дону, 2018

## Аннотация

Методические указания для выполнения раздела дипломного проектирования «Архитектурно-строительные решения»: для обучающихся по специальности 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений» специализация «Строительство высотных и большепролётных зданий и сооружений» очной формы обучения.

Разработаны в соответствии с требованиями СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», СП 131.13330.2012 «Строительная климатология», СП 50.13330.2012 «Здания жилые многоквартирные».

Изложена методика и пример расчета основных показателей тепловой защиты зданий в зимних условиях.

Предназначено в помощь обучающимся при самостоятельном выполнении курсового проекта (работы), подготовке к сдаче экзамена, при выполнении дипломной (выпускной квалификационной) работы.

## Авторы

ассистент кафедры «СУЗиС» Лапина А.П.

ассистент кафедры «СУЗиС» Сайбель А.В.

ассистент кафедры «СУЗиС» Халезин С.В.



## Оглавление

<b>Введение.....</b>	<b>4</b>
<b>1. Определение показателей тепловой защиты зданий .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Определение толщины теплоизоляционного слоя в многослойном наружном ограждении .....</b>	<b>6</b>
<b>3. Проверка санитарно-гигиенического режима ограждения .....</b>	<b>8</b>
<b>4. Варианты состава наружной ограждающей конструкции (стены).....</b>	<b>9</b>
<b>Приложение 1 Карта зон влажности Российской Федерации .....</b>	<b>13</b>
<b>Приложение 2 Описание теплоизоляционных материалов .....</b>	<b>14</b>
<b>Список использованных источников .....</b>	<b>22</b>

## ВВЕДЕНИЕ

От теплотехнических качества наружных ограждений зданий зависит:

1. Благоприятный микроклимат зданий, то есть обеспечение температуры и влажности воздуха в помещении не ниже нормативных требований;
2. Количество тепла, теряемого зданием в зимнее время;
3. Температура внутренней поверхности ограждения, гарантирующая от образования на ней конденсата;
4. Влажностный режим ограждения, влияющий на теплозащитные качества ограждения и его долговечность.
5. 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:

1. Климатических показателей района строительства;
2. Санитарно-гигиенических и комфортных условий эксплуатации зданий и помещений;
3. 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.

Также должна быть проведена проверка санитарно-гигиенического режима ограждения.

В методических указаниях рассматривается методика расчета многослойных конструкций наружного ограждения (стены).

## 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ

В соответствии с СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» [1] требования тепловой защиты зданий выполняются, если:

а) приведенное сопротивление теплопередаче  $R_0$ ,  $[(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}]$  ограждающей конструкции не менее нормируемого значения сопротивления теплопередаче  $R_{\text{тр}}$ ,  $[(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}]$  (табл. 1);

б) соблюдается санитарно-гигиенический режим ограждения и исключение конденсата на внутренней поверхности ограждения. Для этого, согласно СП [1], расчетный температурный перепад  $\Delta t_0$ ,  $[^\circ\text{C}]$  между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждения не должен превышать нормируемой величины  $\Delta t_n$  (табл. 2).

## 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЛЩИНЫ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО СЛОЯ В МНОГОСЛОЙНОМ НАРУЖНОМ ОГРАЖДЕНИИ

1. Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_{yt}}{\lambda_{yt}} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_H} \quad (1)$$

где  $\frac{1}{\alpha_B}$  – сопротивление теплопередаче пограничных слоев внутренней поверхности стены;

$\frac{1}{\alpha_H}$  – сопротивление теплопередаче пограничных слоев наружной поверхности стены;

$\alpha_B$  и  $\alpha_H$  – коэффициенты теплоотдачи соответственно внутренней и наружной поверхностей конструкции, Вт/(м<sup>2</sup>\*°С) (табл. 3 и табл. 4).

$\delta_i$  – толщина *i*-го слоя конструкции, м;

$\lambda_i$  – коэффициент теплопроводности материала *i*-го слоя конструкции, Вт/(м\*°С) принимается с учетом условий эксплуатации конструкции по табл. 5 и 6.

$$\frac{\delta_i}{\lambda_i} = R_i \quad (2)$$

$R_i$  – термическое сопротивление *i*-го слоя конструкции при порядке отсчета слоев в направлении от внутренней поверхности конструкции к наружной, (м<sup>2</sup> \* °С)/Вт. Краткое описание теплоизоляционных материалов см. Приложение 2.

В уравнение (1) вместо  $R_0$  подставляем требуемое значение сопротивления теплопередаче  $R_{тр}$ , определяемое по табл. 1 в зависимости от градусо-суток отопительного периода  $D_{\alpha}$ , °С\*сут.

2. Значение  $R_{тр}$  для величины ГСОП определяют по формуле:

$$R_{тр} = a * \text{ГСОП} + b, \quad (\text{м}^2 * \text{°С})/\text{Вт} \quad (3)$$

где  $a, b$  – коэффициенты, определяемые по табл. 1.

3. Градусо-сутки отопительного периода определяют по формуле:

$$\text{ГСОП} = (t_B - t_{от}) * z_{от} \quad (4)$$

где  $t_B$  – расчетная средняя температура внутреннего воздуха, принимается +20 °С;  
 $t_{от}$  – средняя температура отопительного периода, °С, принимается по табл. 6, для заданного района строительства;

$z_{от}$  – продолжительность отопительного периода, суток, принимается по табл. 7, для заданного района строительства.

4. Определяем толщину теплоизоляционного слоя:

## Архитектурно-строительные решения

$$R_{\text{тр}} = \frac{1}{8,7} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_{\text{ут}}}{\lambda_{\text{ут}}} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{23} \quad (5)$$

Откуда следует, что

$$\delta_{\text{ут}} = \left( R_{\text{тр}} - \frac{1}{8,7} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_2}{\lambda_2} - \frac{\delta_4}{\lambda_4} - \frac{1}{23} \right) * \lambda_{\text{ут}} \quad (6)$$

5. Проверяем выполнение условия:

$$R_0 \geq R_{\text{тр}} \quad (7)$$

Если условие не выполняется, то необходимо изменить толщину теплоизоляционного слоя.

### 3. ПРОВЕРКА САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО РЕЖИМА ОГРАЖДЕНИЯ

Исключение конденсата на внутренней поверхности ограждающей конструкции может быть достигнуто при условии, что расчетный температурный перепад  $\Delta t_0$  °С, между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен превышать нормируемой величины  $\Delta t_n$ , указанной в табл. 2.:

$$\Delta t_0 \leq \Delta t_n \quad (8)$$

$$\Delta t_0 = n \frac{(t_B - t_{iH})}{R_0 * \alpha_B} \quad (9)$$

где  $n$  – коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху, принимаемый равным 1;

$t_H$  – расчетная зимняя температура наружного воздуха, равная средней температуре наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0.92 по СП [1], или табл. 6.

$t_B$  – то же, что и формула (4);

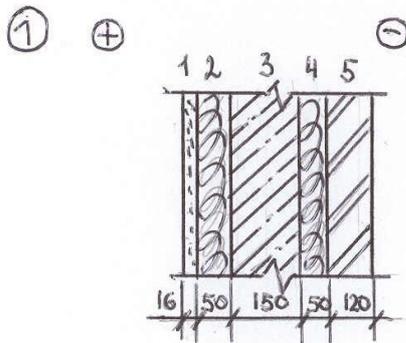
$\alpha_B$  – то же, что и в формуле (1), по табл. 3;

$R_0$  – определяется по формуле (1) с уже известной толщиной теплоизоляционного слоя.

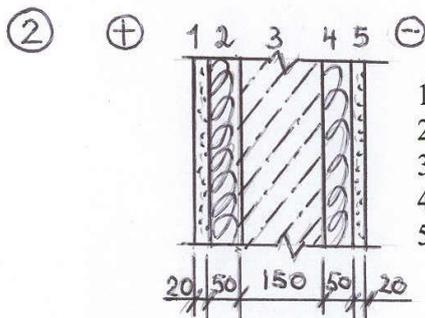
Если полученное значение  $\Delta t_0 \leq \Delta t_n$ , следовательно, условие санитарно-гигиенического режима соблюдается.

Если условие не выполняется, то необходимо добавить в конструкцию стены слой гидроизоляции, что исключает выпадение конденсата на внутренней поверхности стены.

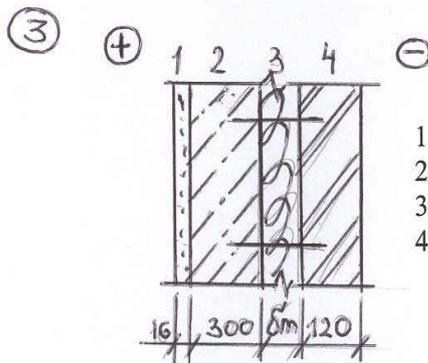
## 4. ВАРИАНТЫ СОСТАВА НАРУЖНОЙ ОГРАЖДАЮЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ (СТЕНЫ)



1. Лист гипсовый, облицовочный
2. Несъемная опалубка из пенополистирола  $\gamma=150 \text{ кг/м}^3$
3. Железобетон
4. Несъемная опалубка из пенополистирола  $\gamma=150 \text{ кг/м}^3$
5. Кирпич облицовочный

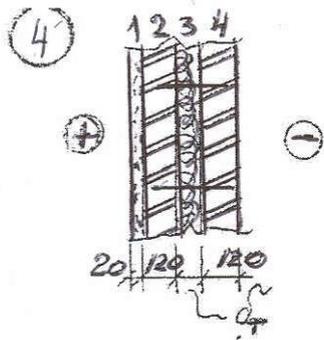


1. Цементно-песчаная штукатурка
2. Несъемная опалубка из пенополистирола  $\gamma=40 \text{ кг/м}^3$
3. Керамзитобетон
4. Несъемная опалубка из пенополистирола  $\gamma=40 \text{ кг/м}^3$
5. Цементно-песчаная штукатурка

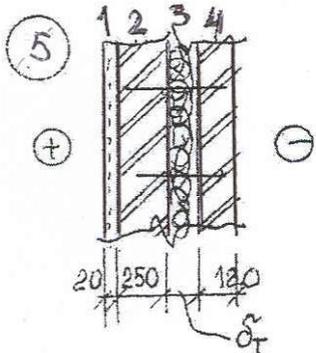


1. Листы гипсокартона
2. Газобетон
3. Пенополистирол  $\gamma=40 \text{ кг/м}^3$
4. Кирпич лицевой

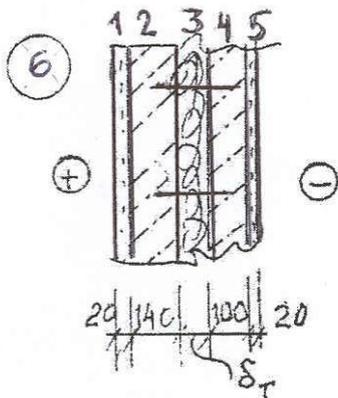
Архитектурно-строительные решения



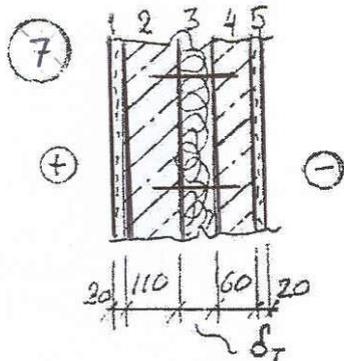
- 1- Цементно-песчаный раствор;
- 2- Кладка из обыкновенного кирпича
- 3- а) Минеральная вата,  $\gamma = 200 \text{ кг/м}^3$   
б) Пенопласт,  $\gamma = 100 \text{ кг/м}^3$
- 4- Кирпичная кладка



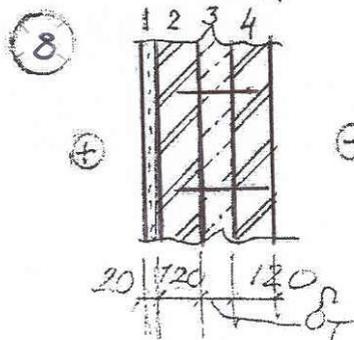
1. Цементно-песчаный раствор
2. Кирпичная кладка
3. а) Пенополиуретан,  $\gamma = 80 \text{ кг/м}^3$   
б) Газобетон,  $\gamma = 300 \text{ кг/м}^3$
4. Кирпичная кладка



1. Цементно-песчаный раствор
2. Керамзитобетон,  $\gamma = 1000 \text{ кг/м}^3$
3. а) Минераловатные плиты,  $\gamma = 100 \text{ кг/м}^3$   
б) Пенопласт,  $\gamma = 50 \text{ кг/м}^3$
4. Керамзитобетон,  $\gamma = 1000 \text{ кг/м}^3$
5. Цементно-песчаный раствор



1. Известково-песчаный раствор
2. Железобетон
3. а) Минераловатные плиты,  $\gamma = 100 \text{ кг/м}^3$   
б) Минераловатные плиты,  $\gamma = 200 \text{ кг/м}^3$
4. Железобетон
5. Цементно-песчаный раствор



1. Известково-песчаный раствор
2. Кирпичная кладка
3. а) Керамзитобетон,  $\gamma = 500 \text{ кг/м}^3$   
б) Пенобетон,  $\gamma = 300 \text{ кг/м}^3$
4. Кирпичная кладка

**1 слой:** Цементно-песчаный раствор

$$\rho_1=1800 \text{ кг/м}^3.$$

$$\lambda_1=0,93 \text{ Вт/(м*}^\circ\text{C)}.$$

$$\delta_1=0,02 \text{ м.}$$

**2 слой:** Кирпич обыкновенный

$$\rho_2=1800 \text{ кг/м}^3.$$

$$\lambda_2=0,81 \text{ Вт/(м*}^\circ\text{C)}.$$

$$\delta_2=0,25 \text{ м.}$$

**3 слой:** Стиропор-PS30

$$\rho_{\text{yt}}=30 \text{ кг/м}^3.$$

$$\lambda_{\text{yt}}=0,036 \text{ Вт/(м*}^\circ\text{C)}.$$

$$\delta_{\text{yt}} - ?$$

**4 слой:** Керамический кирпич

$$\rho_4=1600 \text{ кг/м}^3.$$

$$\lambda_4=0,64 \text{ Вт/(м*}^\circ\text{C)}.$$

$$\delta_4=0,12 \text{ м.}$$

**Расчет:**

1. Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{int}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_{yt}}{\lambda_{yt}} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_{ext}}$$

2. Примем  $R_0=R_{тр}$ , тогда

$$R_{тр}=a * \text{ГСОП} + b$$

3. Градусо-сутки отопительного периода определяем по формуле (4):

$$\text{ГСОП} = (t_B - t_{от}) * z_{от} = (20 - (-2,2)) * 205 = 4551 \text{ (}^\circ\text{C * сут)}.$$

4. Значит,

$$R_{тр} = 0,00035 * 4551 + 1,4 = 3,0 \left( \frac{\text{м}^2 * ^\circ\text{C}}{\text{Вт}} \right)$$

5. Определяем толщину теплоизоляционного слоя по формуле (6):

$$\begin{aligned} \delta_{yt} &= \left( R_{тр} - \frac{1}{8,7} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_2}{\lambda_2} - \frac{\delta_4}{\lambda_4} - \frac{1}{23} \right) * \lambda_{yt} = \\ &= \left( 3,0 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,02}{0,93} - \frac{0,25}{0,81} - \frac{0,12}{0,64} - \frac{1}{23} \right) * 0,04 = 0,093 \text{ м.} \end{aligned}$$

Однако, фактическую толщину утеплителя принимаем из конструктивных соображений  $\delta_{ут}^{\phi} = 0,10$  м.

5. Проверяем выполнение условия:  $R_0 \geq R_{тр}$

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{int}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_{ут}}{\lambda_{ут}} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_{ext}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{0,25}{0,81} + \frac{0,10}{0,036} + \frac{0,12}{0,64} + \frac{1}{23} \\ = 3,17 \left( \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} \right)$$

$$3,17 > 3,0.$$

Условие выполняется.

6. Проверка санитарно-гигиенического режима ограждения по формуле (8):

$$\Delta t_0 \leq \Delta t_n$$

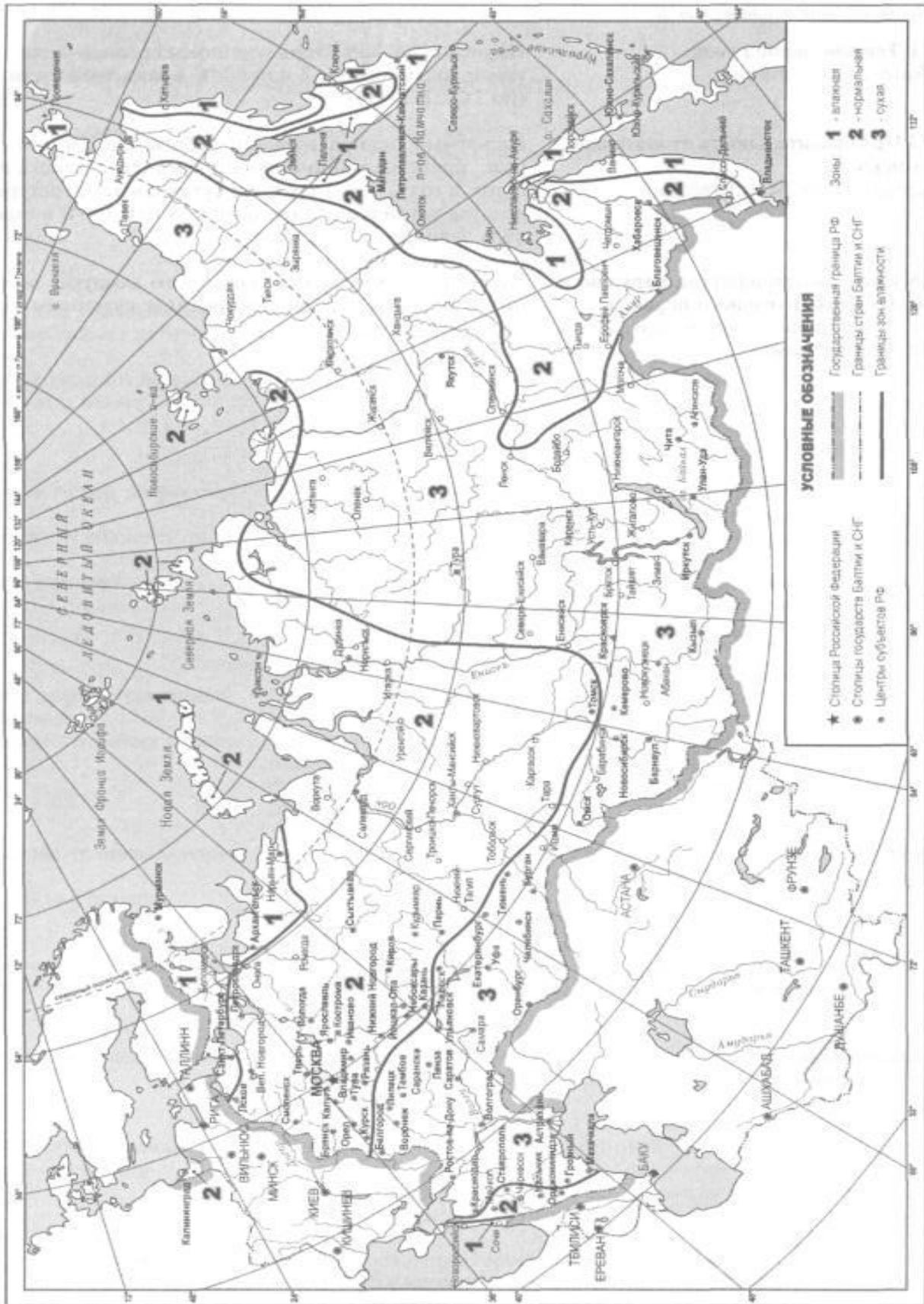
$$\Delta t_0 = n * \frac{(t_B - t_H)}{R_0 * \alpha_B} = 1 * \frac{20 - (-25)}{3,17 * 8,7} = 1,63 \text{ °C}$$

$$1,63 < 4.$$

Условие выполняется.

Окончательно принимаем в качестве утеплителя «Стиропор-PS30» плотностью 30 кг/м<sup>3</sup>, толщиной 0,1 м.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1 КАРТА ЗОН ВЛАЖНОСТИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### ОПИСАНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

1. **Пенобетон** – искусственный ячеистый (пористый) материал, получаемый в результате аэрации цементного или цементно-песчаного раствора.
2. **Пенопласт** – это класс материалов, представляющий собой вспененные (ячеистые) пластические массы.
3. **Пеносиликат** – разновидность ячеистого бетона, получаемого из смеси известково-кремнеземистых вяжущих и наполнителей с помощью пенообразователей.
4. **Минераловатные плиты** – это теплоизоляционный материал, который изготавливается из минеральной ваты и синтетического связующего. Минплита отличается устойчивостью к воздействию высоких температур, а если ее произвели из натуральных горных пород, то они начнут плавиться только после двух часов воздействия температуры в тысячу градусов.
5. **Керамзитобетон** – строительный материал, монолитный и отвержденный (застывший естественным путем), содержащий в своем составе, помимо цемента, керамзит. Его получают путём смешивания (затворения) в воде цемента, песка и наполнителя примерно в пропорции 1:2:3, при этом в качестве наполнителя используется керамзит.
6. **Перлитобетон** – данный материал, как керамзитобетон и арболит относится к категории легких бетонов. Заполнителем перлитобетона является вспученный перлит, который получают путем предварительного измельчения перлита (горная порода вулканического происхождения) и его последующего обжига при температуре 900 – 1100°C. Во время обжига происходит увеличение в объеме в 4-20 раз. Увеличение в объеме и вспучивание перлита обусловлено тем, что в структуре данного материала содержится вода, которая испаряется под действием высоких температур. Получившийся пар образует мелкие пузырьки.
7. **Вермикулитобетон** – разновидность легкого бетона с добавлением вспученного вермикулита.
8. **Фибропенобетон** – представляет собой прочный теплоизоляционный ячеистый бетон плотностью 160—1000 кг/м<sup>3</sup> состоящий на 97-99% из песчано-цементного раствора с незначительным содержанием синтетических волокон (фибры) (от 1% до 3%).
9. **Пенополистирол** – газонаполненный материал, получаемый из полистирола и его производных, а также из сополимеров стирола. Обычная технология получения пенополистирола связана с первоначальным заполнением гранул стирола газом, который растворяют в полимерной массе. В дальнейшем производится нагрев массы паром. В процессе этого происходит многократное увеличение исходных гранул в объёме, пока они не занимают всю блок-форму и не спекаются между собой.
10. **Плиты фибролитовые** – получают смешиванием древесной стружки (древесных лент длиной от 50 см), цемента и, разумеется, воды. Кроме того, древесную стружку ещё и пропитывают раствором жидкого стекла или хлористого кальция. После чего смесь прессуют, сушат и получают плиты, называемые фибролитом.
11. **Стиропор** – представляет собой вспененный полистирол. Стиропор представляет собой отличный изоляционный материал, теплопроводность которого напрямую зависит от его плотности. Он не изменяет свою теплопроводность с течением времени.

Таблица 1

**Нормируемые значения сопротивления теплопередаче  
ограждающих конструкций**

Здания и помещения, коэффициенты а и b	Градусо-сутки отопительного периода $D_{\alpha}$ , $^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}$	Нормируемые значения сопротивления теплопередаче $R_{\text{норм}}$ , ( $\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$ )/Вт, ограждающих конструкций	
		Стен	Покрытий и перекрытий над проездами
1. Жилые, лечебно- профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития	2000	2.1	3.2
	4000	2.8	4.2
	6000	3.5	5.2
	8000	4.2	6.2
	10000	4.9	7.2
	12000	5.6	8.2
	a	-	0,00035
b	-	1.4	2.2
2. Общие, кроме указанных выше, административные и бытовые, производственные и другие здания и помещения с влажным и мокрым режимом	2000	1.8	2.4
	4000	2.4	3.2
	6000	3.0	4.0
	8000	3.6	4.8
	10000	4.2	5.6
	12000	4.8	6.4
	a	-	0,0003
b	-	1.2	1.6
3. Производственные с сухим и нормальным режимами	2000	1.4	2.0
	4000	1.8	2.5
	6000	2.2	3.0
	8000	2.6	3.5
	10000	3.0	4.0
	12000	3.4	4.5
	a	-	0,0002
b	-	1,0	1,5

Таблица 2

**Нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции**

Здания и помещения	Нормируемый температурный перепад $\Delta t_{н}, ^\circ\text{C}$ для	
	<b>наружных стен</b>	покрытий и чердачных перекрытий
1. <b>Жилые</b> , лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты	4.0	3.0
2. Общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые, за исключением помещений с влажным или мокрым режимами	4.5	4.0
3. Производственные, с сухим и нормальным режимами	$t_{в} - t_{р}$ , но не более 7	$0,8(t_{в} - t_{р})$ , но не более 6
4. Производственные и другие помещения с влажным или мокрым режимом	$t_{в} - t_{р}$	$0,8(t_{в} - t_{р})$ ,
5. Производственные здания со значительными избытками явной теплоты (более $23 \text{ Вт/м}^3$ ) и расчетной относительной влажностью внутреннего воздуха более 50%	12	12
Примечания: $t_{р}$ – температура точки росы, $^\circ\text{C}$ , $p$ – расчетной температуре $t_{в}$ и относительной влажности внутреннего воздуха, принимаемым согласно СанПиН 2.1.2.2645-10, ГОСТ 12.1.005, СанПиН 2.2.4.548 и СП 60.13330.		

Таблица 3

**Коэффициенты теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции ( $\alpha_{в}$ )**

№	<b>Внутренняя поверхность ограждения</b>	$\alpha_{в}, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$
1	<b>Стены</b> , полы, гладкие потолки с выступающими ребрами при отношении высоты $h$ ребер к расстоянию $a$ , между гранями соседних ребер $h/a \leq 0,3$	8,7
2	Потолки с выступающими ребрами при отношении $h/a > 0,3$	7,6
3	Окна	8,0
4	Зенитные фонари	9,9
Примечание – Коэффициент теплоотдачи $\alpha_{в}$ внутренней поверхности ограждающих конструкций животноводческих и птицеводческих зданий следует принимать в соответствии с СП 106.13330. 2012 «Животноводческие, птицеводческие и звероводческие здания и помещения»		

Таблица 4

**Коэффициенты теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции ( $\alpha_n$ )**

№	Внутренняя поверхность ограждения	$\alpha_n$ Вт/(м <sup>2</sup> *°С)
1	<b>Наружные стены</b> , покрытия, перекрытия над проездами и над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительной зоне	23
2	Перекрытия над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом, перекрытия над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительной зоне	17
3	Перекрытия чердачные и над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах, а также воздушные стены с воздушной прослойкой, вентилируемые наружным воздухом	12
4	Перекрытия над неотапливаемыми полами и техническими подпольями, невентилируемых наружным воздухом	6

Таблица 5

**Условия эксплуатации ограждающих конструкций**

Влажностный режим помещений здания	Условия эксплуатации А и Б в зоне влажности		
	сухой	нормальный	влажный
Сухой	А	А	Б
<b>Нормальный</b>	А	Б	Б
Влажный или мокрый	Б	Б	Б

**Теплофизические показатели строительных материалов**

№	Наименование материала	Плотность $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м*°С) при условиях эксплуатации	
			А	Б
<b>Конструктивные материалы</b>				
1.	Кирпичная кладка из обыкновенного кирпича на цементно-песчаном растворе	1800	0,7	0,81
2.	Кирпичная кладка из силикатного кирпича на цементно-песчаном растворе	1800	0,76	0,87
3.	Кирпичная кладка из керамического кирпича на цементно-песчаном растворе	1600	0,58	0,64
4.	Железобетон	2500	1,92	2,04
5.	Цементно-песчаный раствор	1800	0,76	0,93
6.	Гипсокартон	800	0,19	0,21
7.	Алюминий	2600	221	221
8.	Сталь	7850	58	58
<b>Теплоизоляционные материалы</b>				
9.	Керамзитобетон	1000	0,33	0,41
10.	Керамзитобетон	1200	0,52	0,58
11.	Керамзитобетон	500	0,17	0,23
12.	Пенобетон на цементном вяжущем	1000	0,41	0,47
13.	Пенобетон на цементном вяжущем	800	0,33	0,37
14.	Пенобетон на цементном вяжущем	600	0,22	0,26
15.	Пенобетон на цементном вяжущем	400	0,14	0,15
16.	Перлитобетон	1200	0,44	0,5
17.	Перлитобетон	1000	0,33	0,38
18.	Перлитобетон	800	0,27	0,33
19.	Перлитобетон	600	0,19	0,23
20.	Вермикулитобетон	800	0,23	0,26

№	Наименование материала	Плотность $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м*°С) при условиях эксплуатации	
			А	Б
21.	Вермикулитобетон	600	0,116	0,17
22.	Вермикулитобетон	400	0,11	0,13
23.	Вермикулитобетон	300	0,09	0,11
24.	Керамзитовый гравий	400	0,13	0,14
25.	Керамзитовый гравий	200	0,11	0,12
26.	Минераловатные плиты повышенной жесткости	200	0,07	0,076
27.	Минераловатные плиты	125	0,064	0,07
28.	Пенополиуретан	80	0,05	0,05
29.	Пеносиликат	800	0,33	0,22
30.	Фибропенобетон	400	0,10	0,12
31.	«Стиропор-PS15»	15	0,040	0,044
32.	«Стиропор-PS20»	20	0,038	0,042
33.	«Стиропор-PS30»	30	0,036	0,036
34.	Пенополистирол	40	0,041	0,05
35.	Пенополистирол	80	0,05	0,05
36.	Пенополистирол	100	0,041	0,052
37.	Пенополистирол	150	0,052	0,06

Таблица 7

**Температура наружного воздуха**

Город строительства	Температура наружного воздуха °С, наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92, $t_b$	Температура наружного воздуха °С, наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,98, $t_b$ (для высотных и уникальных зданий)	Период со средне – суточной температурой воздуха менее 8 градусов	
			продолжительность $Z_{от}$ , сут	средняя температура $t_{от}$ , °С
Архангельск	-33	-35	250	-4,5
Астрахань	-21	-23	164	-0,8
Белгород	-23	-27	191	-1,9
Брянск	-24	-26	199	-2,0
Великий Новгород	-27	-33	221	-2,3
Владикавказ	-13	-15	169	+0,7
Владимир	-28	-32	213	-3,5
Волгоград	-22	-25	176	-2,3
Вологда	-32	-37	228	-4,0
Воркута	-41	-43	306	-9,1
Воронеж	-24	-25	190	-2,5
Вятка	-33	-35	231	-5,4
Грозный	-17	-20	159	+0,9
Екатеринбург	-32	-37	221	-5,4
Иркутск	-33	-38	232	-7,7
Калининград	-19	-21	188	+1,2
Калуга	-27	-30	210	-2,9
Кемерово	-39	-42	227	-8,0
Кисловодск	-16	-18	179	+0,4
Кострома	-31	-34	222	-3,9
Красная Поляна	-9	-11	155	+3,0
Краснодар	-14	-21	145	+2,5
Красноярск	-37	-40	233	-6,7
Курган	-36	-39	212	-7,6
Курск	-24	-24	194	-2,3
Липецк	-27	-29	202	-3,4
Майкоп	-19	-21	148	+2,3
Махачкала	-13	-17	144	+2,7
Миллерово	-21	-23	179	-1,7

Город строительства	$t_{в}$ (с обесп. 0,92)	$t_{в}$ (с обесп. 0,98)	$Z_{от, сут}$	$t_{от, °C}$
Москва	-25	-29	205	-2,2
Мурманск	-30	-32	275	-3,4
Нальчик	-18	-20	168	+0,6
Нижний Новгород	-31	-34	215	-4,1
Новосибирск	-37	-41	221	-8,1
Омск	-37	-38	216	-8,1
Оренбург	-32	-34	195	-6,1
Орел	-25	-26	199	-2,4
Пенза	-27	-29	200	-4,1
Пермь	-35	-36	225	-5,5
Петрозаводск	-28	-31	235	-3,2
Псков	-26	-28	208	-1,3
Пятигорск	-20	-22	175	+0,2
Ростов – на – Дону	-19	-22	166	-0,1
Рязань	-27	-30	208	-3,5
Санкт-Петербург	-24	-28	213	-1,3
Салехард	-43	-45	285	-11,5
Самара	-30	-36	203	-5,2
Саратов	-25	-29	188	-3,5
Сочи	-2	-3	94	+6,6
Ставрополь	-18	-22	168	+0,5
Сыктывкар	-36	-39	243	-5,6
Таганрог	-18	-21	165	0
Тверь	-29	-33	218	-3,0
Улан-Удэ	-35	-36	230	-10,3
Уфа	-33	-38	209	-6,0
Черкесск	-18	-20	69	+0,6
Ярославль	-31	-34	221	-4,0

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. – М., 2012. – 100 с.
2. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. – М., 2012. – 113 с.
3. СП 50.13330.2012. Здания жилые многоквартирные М., 2012. – 40 с.
4. Маклакова Т. Г. Конструкции гражданских зданий. – 3 изд. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2010. – 295 с.