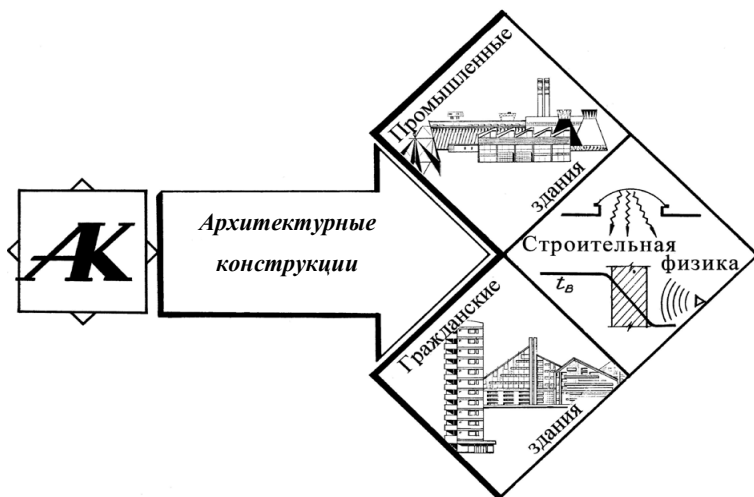


**Физико-технические основы проектирования
Расчет тепловой защиты здания**

Методические указания и задания к выполнению
контрольной работы по дисциплине «Строительная физика»
для студентов заочной формы обучения специальностей
270102 – Промышленное и гражданское строительство,
270105 – Городское строительство и хозяйство



Белгород
2009

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова
Кафедра архитектурных конструкций

Утверждено
научно-методическим советом
университета

**Физико-технические основы проектирования
Расчет тепловой защиты здания**

Методические указания и задания к выполнению
контрольной работы по дисциплине «Строительная физика»
для студентов заочной формы обучения специальностей
270102 – Промышленное и гражданское строительство,
270105 – Городское строительство и хозяйство

Белгород
2009

УДК 921.012
ББК 38.2
Ф79

Составители: доц. Н.Д. Черныш
канд. техн. наук, доц. В.Н. Тарасенко
канд. техн. наук, ст. преп. Т.В. Аниканова
канд. техн. наук, проф. И.А. Дегтев

Рецензент канд. техн. наук, доц. Д.В. Твердохлебов

Ф79 **Физико-технические основы проектирования. Расчет тепловой защиты здания: методические указания и задания к выполнению контрольной работы по дисциплине «Строительная физика» для студентов заочной формы обучения специальностей 270102 – Промышленное и гражданское строительство, 270105 – Городское строительство и хозяйство / сост.: Н.Д. Черныш, В.Н. Тарасенко, Т.В. Аниканова, И.А. Дегтев. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2009. – 40 с.**

Методические указания содержат общие сведения о тепловой защите зданий, принципы и последовательность расчета. В издании представлены варианты заданий. Приведены основные требования и рекомендации к выполнению контрольной работы по дисциплине «Строительная физика».

Методические указания предназначены для студентов заочной формы обучения специальностей 270102 – Промышленное и гражданское строительство и 270105 – Городское строительство и хозяйство. Могут быть использованы при выполнении соответствующего раздела дипломной квалификационной работы.

Издание публикуется в авторской редакции.

УДК 921.012
ББК 38.2

© Белгородский государственный
технологический университет
(БГТУ) им. В. Г. Шухова, 2009

ВВЕДЕНИЕ

Данные методические указания предназначены для оказания помощи студентам заочной формы обучения в освоении методов расчета теплотехнических свойств ограждающих конструкций.

Цель выполнения контрольной работы — приобретение навыков практического использования теоретических знаний для комплексного решения инженерных задач.

Цель реализуется посредством решения задач — научиться пользоваться нормативной литературой при проектировании ограждающих конструкций зданий различного назначения; изучить и применить требования к оформлению текстовых документов [6].

Особенности расчета тепловой защиты зданий и сооружений, последовательность его выполнения подробно изложены в данных методических указаниях. Следует обратить внимание на оформление методических указаний: оно соответствует требованиям, предъявляемым к оформлению контрольной работы и ГОСТ [6].

Контрольная работа содержит два расчетно-графических упражнения по основным разделам строительной физики. Исходные данные студент выбирает самостоятельно в соответствии с шифром.

1 РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

1.1 Расчетно-графическое упражнение №1 Климатический паспорт района строительства

Цель работы — изучение климатических показателей, приведенных в строительных нормах.

Для достижения поставленной цели необходимо из СНиП [1, 2] выбрать все расчетные нормативы, характеризующие климат района строительства.

Исходные данные: район строительства следует принять по шифру, соответствующему двум последним цифрам номера зачетной книжки, и таблице 1.

УКАЗАНИЯ. Данные могут быть представлены в свободной или в табличной форме.

Параметры можно систематизировать по различным признакам, например, климатические параметры холодного периода года, климатические параметры теплого периода года; параметры — температура, влажность, перемещение воздуха, солнечная радиация.

Таблица 1 — Район строительства

Шифр (две последние цифры номера зачетной книжки)	Город	Шифр (две последние цифры номера зачетной книжки)	Город
01, 27, 53, 79	Астрахань	14, 40, 66, 92	Н. Новгород
02, 28, 54, 80	Белгород	15, 41, 67, 93	Орел
03, 29, 55, 81	Брянск	16, 42, 68, 94	Пенза
04, 30, 56, 82	Владимир	17, 43, 69, 95	Псков
05, 31, 57, 83	Волгоград	18, 44, 70, 96	Рязань
06, 32, 58, 84	Вологда	19, 45, 71, 97	Ростов-на Дону
07, 33, 59, 85	Воронеж	20, 46, 72, 98	Санкт-Петербург
08, 34, 60, 86	Иваново	21, 47, 73, 99	Самара
09, 35, 61, 87	Калуга	22, 48, 74	Саратов
10, 36, 62, 88	Кострома	23, 49, 75	Смоленск
11, 37, 63, 89	Курск	24, 50, 76	Тамбов
12, 38, 64, 90	Липецк	25, 51, 77,	Тула
13, 39, 65, 91	Москва	26, 52, 78	Ярославль

Для составления климатического паспорта района строительства необходимо использовать нормативную литературу [1, 2]. Параметры холодного периода года [1, таблица 1], теплого периода года [1, таблица 2], температуру среднюю по месяцам и за год [1, таблица 3], зону влажности [3, приложение В], климатический район и подрайон [1, рисунок 1], глубину промерзания грунта [2, приложение 1] определяют для заданного района строительства. В случае отсутствия в таблицах данных для заданного района строительства, значения климатических параметров принимают для ближайшего из приведенных населенных пунктов.

По данным преобладающего ветра холодного и теплого периода года следует провести анализ взаимного размещения селитебной (жилой) и промышленной зон, расположения зданий по отношению к господствующему ветру, схемы планировки и застройки населенного пункта. При этом следует учитывать следующее:

- промышленную зону располагают с подветренной стороны жилой зоны по направлению преобладающего ветра летнего периода;
- здания ориентируют к господствующему ветру зимы наиболее защищенной стороной;
- улицы населенных пунктов размещают так, чтобы господствующие ветры хорошо их проветривали.

Проведенный анализ целесообразно представить в виде рисунка. Пример приведен на рисунке 1.

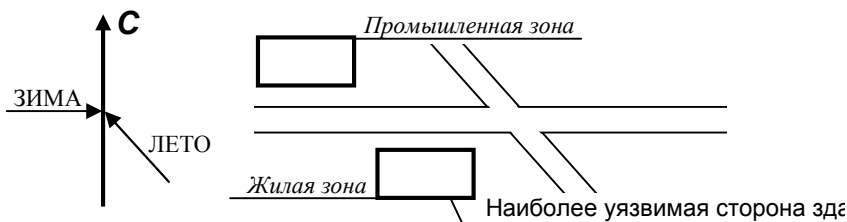


Рисунок 1 — Схема планировки и застройки населенного пункта с учетом направлений преобладающего ветра

1.2 Расчетно-графическое задание № Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Целью работы является разработка конструкции ограждений, обеспечивающих комфортные параметры среды помещений и требуемые эксплуатационные качества здания.

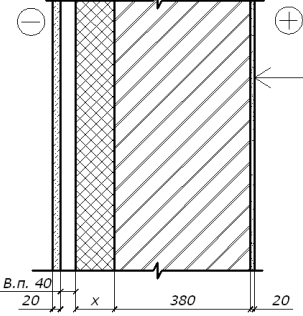
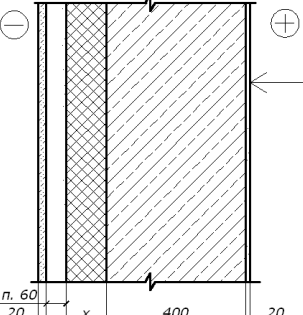
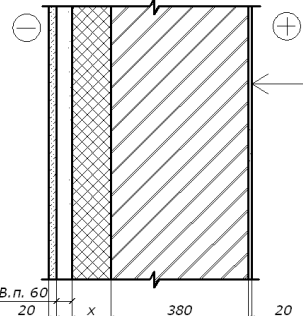
Цель возможно реализовать решив следующие задачи:

- ознакомиться с воздействиями на наружные ограждения микроклимата помещений и окружающей среды;
- ознакомиться с конструкциями наружных ограждений в зависимости от функции здания и района строительства;
- изучить теоретические основы тепловой защиты зданий и освоить методику расчета тепловой защиты;
- углубить знания в области конструирования ограждающих конструкций и создания комфортных параметров микроклимата помещения с наименьшими энергетическими затратами.

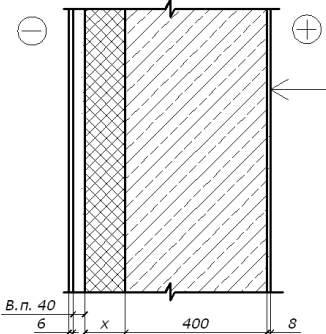
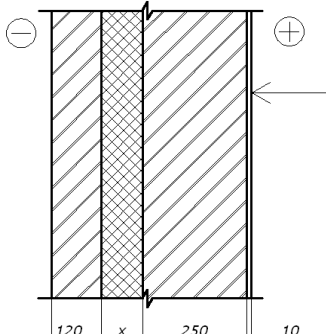
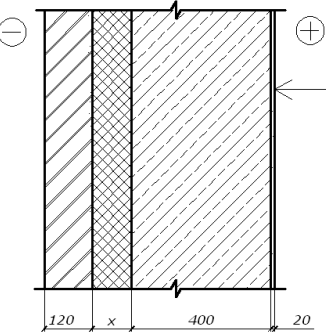
Исходные данные:

1. Район строительства следует принять по РГЗ № 1 (таблица 1 в соответствии с двумя последними цифрами номера зачетной книжки).
2. Расчетные схемы стены и покрытия приведены в таблицах 2 и 3 и подбирают в соответствии с первыми буквами фамилии и имени студента.
3. Тип здания — жилое.

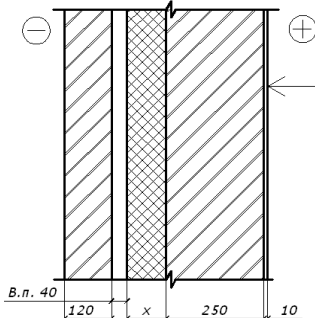
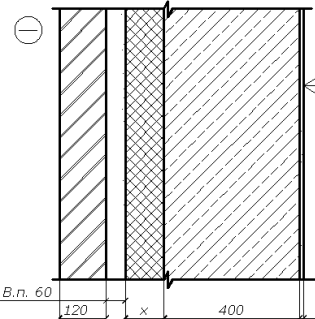
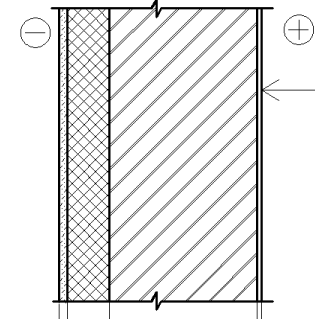
Таблица 2 — Расчетная схема стены

Первая буква фамилии	Расчетная схема стены																
1	2																
А, Б, В	 <table border="1" data-bbox="524 370 797 520"> <tr> <td>Гранит $\rho=2800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda=$</td> <td>$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$</td> </tr> <tr> <td>Воздушная прослойка $\delta=40 \text{ мм}$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Утеплитель</td> <td></td> </tr> <tr> <td>$\rho=$ кг/м^3; $\lambda=$</td> <td>$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$</td> </tr> <tr> <td>Кладка из силикатного кирпича</td> <td></td> </tr> <tr> <td>$\rho=1800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda=$</td> <td>$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$</td> </tr> <tr> <td>Штукатурка из известково-песчаного раствора $\rho=1600 \text{ кг/м}^3$; $\lambda=$</td> <td>$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$</td> </tr> </table> <p data-bbox="199 584 501 625">В.п. 40 20 x 380 20</p>	Гранит $\rho=2800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda=$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$	Воздушная прослойка $\delta=40 \text{ мм}$		Утеплитель		$\rho=$ кг/м^3 ; $\lambda=$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$	Кладка из силикатного кирпича		$\rho=1800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda=$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$	Штукатурка из известково-песчаного раствора $\rho=1600 \text{ кг/м}^3$; $\lambda=$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$		
Гранит $\rho=2800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda=$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$																
Воздушная прослойка $\delta=40 \text{ мм}$																	
Утеплитель																	
$\rho=$ кг/м^3 ; $\lambda=$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$																
Кладка из силикатного кирпича																	
$\rho=1800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda=$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$																
Штукатурка из известково-песчаного раствора $\rho=1600 \text{ кг/м}^3$; $\lambda=$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$																
Г, Д, Е	 <table border="1" data-bbox="524 721 842 871"> <tr> <td>Керамогранит $\rho=2800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda=$</td> <td>$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$</td> </tr> <tr> <td>Воздушная прослойка $\delta=60 \text{ мм}$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Утеплитель</td> <td></td> </tr> <tr> <td>$\rho=50 \text{ кг/м}^3$; $\lambda=$</td> <td>$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$</td> </tr> <tr> <td>Кладка из керамзитобетонных стеновых блоков</td> <td></td> </tr> <tr> <td>$\rho=1600 \text{ кг/м}^3$; $\lambda=$</td> <td>$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$</td> </tr> <tr> <td>Штукатурка из сложного раствора</td> <td></td> </tr> <tr> <td>$\rho=1800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda=$</td> <td>$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$</td> </tr> </table> <p data-bbox="199 944 501 986">В.п. 60 20 x 400 20</p>	Керамогранит $\rho=2800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda=$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$	Воздушная прослойка $\delta=60 \text{ мм}$		Утеплитель		$\rho=50 \text{ кг/м}^3$; $\lambda=$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$	Кладка из керамзитобетонных стеновых блоков		$\rho=1600 \text{ кг/м}^3$; $\lambda=$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$	Штукатурка из сложного раствора		$\rho=1800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda=$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$
Керамогранит $\rho=2800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda=$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$																
Воздушная прослойка $\delta=60 \text{ мм}$																	
Утеплитель																	
$\rho=50 \text{ кг/м}^3$; $\lambda=$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$																
Кладка из керамзитобетонных стеновых блоков																	
$\rho=1600 \text{ кг/м}^3$; $\lambda=$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$																
Штукатурка из сложного раствора																	
$\rho=1800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda=$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$																
Ж, З, И	 <table border="1" data-bbox="524 1072 797 1222"> <tr> <td>Базальт $\rho=2800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda=$</td> <td>$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$</td> </tr> <tr> <td>Воздушная прослойка $\delta=60 \text{ мм}$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Утеплитель</td> <td></td> </tr> <tr> <td>$\rho=100 \text{ кг/м}^3$; $\lambda=$</td> <td>$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$</td> </tr> <tr> <td>Кладка из глиняного кирпича</td> <td></td> </tr> <tr> <td>$\rho=1600 \text{ кг/м}^3$; $\lambda=$</td> <td>$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$</td> </tr> <tr> <td>Штукатурка из цементно-песчаного раствора $\rho=1800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda=$</td> <td>$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$</td> </tr> </table> <p data-bbox="199 1295 501 1337">В.п. 60 20 x 380 20</p>	Базальт $\rho=2800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda=$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$	Воздушная прослойка $\delta=60 \text{ мм}$		Утеплитель		$\rho=100 \text{ кг/м}^3$; $\lambda=$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$	Кладка из глиняного кирпича		$\rho=1600 \text{ кг/м}^3$; $\lambda=$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$	Штукатурка из цементно-песчаного раствора $\rho=1800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda=$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$		
Базальт $\rho=2800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda=$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$																
Воздушная прослойка $\delta=60 \text{ мм}$																	
Утеплитель																	
$\rho=100 \text{ кг/м}^3$; $\lambda=$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$																
Кладка из глиняного кирпича																	
$\rho=1600 \text{ кг/м}^3$; $\lambda=$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$																
Штукатурка из цементно-песчаного раствора $\rho=1800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda=$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$																

Продолжение таблицы 2

1	2										
К, Л, М	 <table border="1" data-bbox="532 244 815 419"> <tr> <td>Облицовка из сайдинга ПВХ</td> <td>$\rho=800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda= \text{Вт/м}^\circ\text{C}$</td> </tr> <tr> <td>Воздушная прослойка</td> <td>$\delta=40 \text{ мм}$</td> </tr> <tr> <td>Утеплитель</td> <td>$\rho=50 \text{ кг/м}^3$; $\lambda= \text{Вт/м}^\circ\text{C}$</td> </tr> <tr> <td>Кладка из блоков на доменном шлаке</td> <td>$\rho=1600 \text{ кг/м}^3$; $\lambda= \text{Вт/м}^\circ\text{C}$</td> </tr> <tr> <td>Гипсокартон</td> <td>$\rho=1200 \text{ кг/м}^3$; $\lambda= \text{Вт/м}^\circ\text{C}$</td> </tr> </table>	Облицовка из сайдинга ПВХ	$\rho=800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda= \text{Вт/м}^\circ\text{C}$	Воздушная прослойка	$\delta=40 \text{ мм}$	Утеплитель	$\rho=50 \text{ кг/м}^3$; $\lambda= \text{Вт/м}^\circ\text{C}$	Кладка из блоков на доменном шлаке	$\rho=1600 \text{ кг/м}^3$; $\lambda= \text{Вт/м}^\circ\text{C}$	Гипсокартон	$\rho=1200 \text{ кг/м}^3$; $\lambda= \text{Вт/м}^\circ\text{C}$
Облицовка из сайдинга ПВХ	$\rho=800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda= \text{Вт/м}^\circ\text{C}$										
Воздушная прослойка	$\delta=40 \text{ мм}$										
Утеплитель	$\rho=50 \text{ кг/м}^3$; $\lambda= \text{Вт/м}^\circ\text{C}$										
Кладка из блоков на доменном шлаке	$\rho=1600 \text{ кг/м}^3$; $\lambda= \text{Вт/м}^\circ\text{C}$										
Гипсокартон	$\rho=1200 \text{ кг/м}^3$; $\lambda= \text{Вт/м}^\circ\text{C}$										
Н, О, П	 <table border="1" data-bbox="515 595 806 738"> <tr> <td>Кладка из керамического кирпича</td> <td>$\rho=1400 \text{ кг/м}^3$; $\lambda= \text{Вт/м}^\circ\text{C}$</td> </tr> <tr> <td>Утеплитель</td> <td>$\rho= \text{ ; } \lambda= \text{Вт/м}^\circ\text{C}$</td> </tr> <tr> <td>Кладка из силикатного кирпича</td> <td>$\rho=1800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda= \text{Вт/м}^\circ\text{C}$</td> </tr> <tr> <td>Штукатурка из сложного раствора</td> <td>$\rho=1700 \text{ кг/м}^3$; $\lambda= \text{Вт/м}^\circ\text{C}$</td> </tr> </table>	Кладка из керамического кирпича	$\rho=1400 \text{ кг/м}^3$; $\lambda= \text{Вт/м}^\circ\text{C}$	Утеплитель	$\rho= \text{ ; } \lambda= \text{Вт/м}^\circ\text{C}$	Кладка из силикатного кирпича	$\rho=1800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda= \text{Вт/м}^\circ\text{C}$	Штукатурка из сложного раствора	$\rho=1700 \text{ кг/м}^3$; $\lambda= \text{Вт/м}^\circ\text{C}$		
Кладка из керамического кирпича	$\rho=1400 \text{ кг/м}^3$; $\lambda= \text{Вт/м}^\circ\text{C}$										
Утеплитель	$\rho= \text{ ; } \lambda= \text{Вт/м}^\circ\text{C}$										
Кладка из силикатного кирпича	$\rho=1800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda= \text{Вт/м}^\circ\text{C}$										
Штукатурка из сложного раствора	$\rho=1700 \text{ кг/м}^3$; $\lambda= \text{Вт/м}^\circ\text{C}$										
Р, С	 <table border="1" data-bbox="532 946 826 1082"> <tr> <td>Кладка из керамического кирпича</td> <td>$\rho=1600 \text{ кг/м}^3$; $\lambda= \text{Вт/м}^\circ\text{C}$</td> </tr> <tr> <td>Утеплитель</td> <td>$\rho=50 \text{ кг/м}^3$; $\lambda= \text{Вт/м}^\circ\text{C}$</td> </tr> <tr> <td>Кладка из пенобетонных стеновых блоков</td> <td>$\rho=1000 \text{ кг/м}^3$; $\lambda= \text{Вт/м}^\circ\text{C}$</td> </tr> <tr> <td>Штукатурка из сложного раствора</td> <td>$\rho=1800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda= \text{Вт/м}^\circ\text{C}$</td> </tr> </table>	Кладка из керамического кирпича	$\rho=1600 \text{ кг/м}^3$; $\lambda= \text{Вт/м}^\circ\text{C}$	Утеплитель	$\rho=50 \text{ кг/м}^3$; $\lambda= \text{Вт/м}^\circ\text{C}$	Кладка из пенобетонных стеновых блоков	$\rho=1000 \text{ кг/м}^3$; $\lambda= \text{Вт/м}^\circ\text{C}$	Штукатурка из сложного раствора	$\rho=1800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda= \text{Вт/м}^\circ\text{C}$		
Кладка из керамического кирпича	$\rho=1600 \text{ кг/м}^3$; $\lambda= \text{Вт/м}^\circ\text{C}$										
Утеплитель	$\rho=50 \text{ кг/м}^3$; $\lambda= \text{Вт/м}^\circ\text{C}$										
Кладка из пенобетонных стеновых блоков	$\rho=1000 \text{ кг/м}^3$; $\lambda= \text{Вт/м}^\circ\text{C}$										
Штукатурка из сложного раствора	$\rho=1800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda= \text{Вт/м}^\circ\text{C}$										

Продолжение таблицы 2

1	2										
Т, У, Ф	 <table border="1" data-bbox="543 231 817 406"> <tr> <td>Кладка из керамического кирпича</td> <td>$\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$; $\lambda = \text{Вт/м}^\circ\text{С}$</td> </tr> <tr> <td>Воздушная прослойка $\delta = 40 \text{ мм}$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Утеплитель</td> <td>$\rho = \text{кг/м}^3$; $\lambda = \text{Вт/м}^\circ\text{С}$</td> </tr> <tr> <td>Кладка из силикатного кирпича</td> <td>$\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda = \text{Вт/м}^\circ\text{С}$</td> </tr> <tr> <td>Штукатурка из известково-песчаного раствора</td> <td>$\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$; $\lambda = \text{Вт/м}^\circ\text{С}$</td> </tr> </table> <p data-bbox="201 470 515 502">В.п. 40 120 x 250 10</p>	Кладка из керамического кирпича	$\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$; $\lambda = \text{Вт/м}^\circ\text{С}$	Воздушная прослойка $\delta = 40 \text{ мм}$		Утеплитель	$\rho = \text{кг/м}^3$; $\lambda = \text{Вт/м}^\circ\text{С}$	Кладка из силикатного кирпича	$\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda = \text{Вт/м}^\circ\text{С}$	Штукатурка из известково-песчаного раствора	$\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$; $\lambda = \text{Вт/м}^\circ\text{С}$
Кладка из керамического кирпича	$\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$; $\lambda = \text{Вт/м}^\circ\text{С}$										
Воздушная прослойка $\delta = 40 \text{ мм}$											
Утеплитель	$\rho = \text{кг/м}^3$; $\lambda = \text{Вт/м}^\circ\text{С}$										
Кладка из силикатного кирпича	$\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda = \text{Вт/м}^\circ\text{С}$										
Штукатурка из известково-песчаного раствора	$\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$; $\lambda = \text{Вт/м}^\circ\text{С}$										
Х, Ц, Ч	 <table border="1" data-bbox="576 614 851 790"> <tr> <td>Кладка из керамического кирпича</td> <td>$\rho = 1400 \text{ кг/м}^3$; $\lambda = \text{Вт/м}^\circ\text{С}$</td> </tr> <tr> <td>Воздушная прослойка $\delta = 60 \text{ мм}$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Утеплитель</td> <td>$\rho = 50 \text{ кг/м}^3$; $\lambda = \text{Вт/м}^\circ\text{С}$</td> </tr> <tr> <td>Кладка из туфобетонных стеновых блоков</td> <td>$\rho = 1400 \text{ кг/м}^3$; $\lambda = \text{Вт/м}^\circ\text{С}$</td> </tr> <tr> <td>Штукатурка из сложного раствора</td> <td>$\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda = \text{Вт/м}^\circ\text{С}$</td> </tr> </table> <p data-bbox="201 853 515 885">В.п. 60 120 x 400 20</p>	Кладка из керамического кирпича	$\rho = 1400 \text{ кг/м}^3$; $\lambda = \text{Вт/м}^\circ\text{С}$	Воздушная прослойка $\delta = 60 \text{ мм}$		Утеплитель	$\rho = 50 \text{ кг/м}^3$; $\lambda = \text{Вт/м}^\circ\text{С}$	Кладка из туфобетонных стеновых блоков	$\rho = 1400 \text{ кг/м}^3$; $\lambda = \text{Вт/м}^\circ\text{С}$	Штукатурка из сложного раствора	$\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda = \text{Вт/м}^\circ\text{С}$
Кладка из керамического кирпича	$\rho = 1400 \text{ кг/м}^3$; $\lambda = \text{Вт/м}^\circ\text{С}$										
Воздушная прослойка $\delta = 60 \text{ мм}$											
Утеплитель	$\rho = 50 \text{ кг/м}^3$; $\lambda = \text{Вт/м}^\circ\text{С}$										
Кладка из туфобетонных стеновых блоков	$\rho = 1400 \text{ кг/м}^3$; $\lambda = \text{Вт/м}^\circ\text{С}$										
Штукатурка из сложного раствора	$\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda = \text{Вт/м}^\circ\text{С}$										
Ш, Щ,	 <table border="1" data-bbox="543 997 817 1157"> <tr> <td>Штукатурка из цементно-песчаного раствора</td> <td>$\rho = 1500 \text{ кг/м}^3$; $\lambda = \text{Вт/м}^\circ\text{С}$</td> </tr> <tr> <td>Утеплитель</td> <td>$\rho = 150 \text{ кг/м}^3$; $\lambda = \text{Вт/м}^\circ\text{С}$</td> </tr> <tr> <td>Кладка из глиняного кирпича</td> <td>$\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$; $\lambda = \text{Вт/м}^\circ\text{С}$</td> </tr> <tr> <td>Штукатурка из цементно-песчаного раствора</td> <td>$\rho = 1500 \text{ кг/м}^3$; $\lambda = \text{Вт/м}^\circ\text{С}$</td> </tr> </table> <p data-bbox="201 1268 515 1300">20 x 380 20</p>	Штукатурка из цементно-песчаного раствора	$\rho = 1500 \text{ кг/м}^3$; $\lambda = \text{Вт/м}^\circ\text{С}$	Утеплитель	$\rho = 150 \text{ кг/м}^3$; $\lambda = \text{Вт/м}^\circ\text{С}$	Кладка из глиняного кирпича	$\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$; $\lambda = \text{Вт/м}^\circ\text{С}$	Штукатурка из цементно-песчаного раствора	$\rho = 1500 \text{ кг/м}^3$; $\lambda = \text{Вт/м}^\circ\text{С}$		
Штукатурка из цементно-песчаного раствора	$\rho = 1500 \text{ кг/м}^3$; $\lambda = \text{Вт/м}^\circ\text{С}$										
Утеплитель	$\rho = 150 \text{ кг/м}^3$; $\lambda = \text{Вт/м}^\circ\text{С}$										
Кладка из глиняного кирпича	$\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$; $\lambda = \text{Вт/м}^\circ\text{С}$										
Штукатурка из цементно-песчаного раствора	$\rho = 1500 \text{ кг/м}^3$; $\lambda = \text{Вт/м}^\circ\text{С}$										

Продолжение таблицы 2

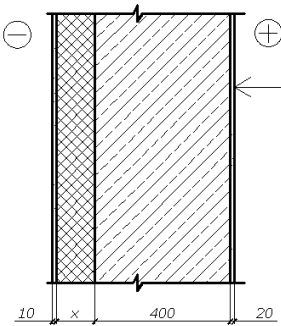
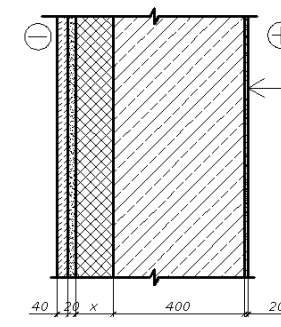
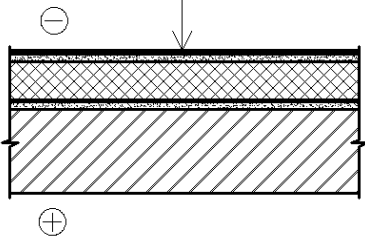
1	2															
Э, Ю,	 <table border="1" data-bbox="504 231 756 375"> <tr> <td>Промысловая штукатурка</td> <td>$\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$; $\lambda =$</td> <td>$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$</td> </tr> <tr> <td>Утеплитель</td> <td>$\rho = 150 \text{ кг/м}^3$; $\lambda =$</td> <td>$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$</td> </tr> <tr> <td>Кладка из газобетонных блоков</td> <td>$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$; $\lambda =$</td> <td>$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$</td> </tr> <tr> <td>Штукатурка из слоистого раствора</td> <td>$\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda =$</td> <td>$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$</td> </tr> </table>	Промысловая штукатурка	$\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$; $\lambda =$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$	Утеплитель	$\rho = 150 \text{ кг/м}^3$; $\lambda =$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$	Кладка из газобетонных блоков	$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$; $\lambda =$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$	Штукатурка из слоистого раствора	$\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda =$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$			
Промысловая штукатурка	$\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$; $\lambda =$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$														
Утеплитель	$\rho = 150 \text{ кг/м}^3$; $\lambda =$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$														
Кладка из газобетонных блоков	$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$; $\lambda =$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$														
Штукатурка из слоистого раствора	$\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda =$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$														
Я	 <table border="1" data-bbox="504 598 756 742"> <tr> <td>Базальт</td> <td>$\rho = 2800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda =$</td> <td>$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$</td> </tr> <tr> <td>Цементно-песчаный раствор</td> <td>$\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda =$</td> <td>$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$</td> </tr> <tr> <td>Утеплитель</td> <td>$\rho = 200 \text{ кг/м}^3$; $\lambda =$</td> <td>$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$</td> </tr> <tr> <td>Кладка из газобетонных блоков</td> <td>$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$; $\lambda =$</td> <td>$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$</td> </tr> <tr> <td>Штукатурка из известково-песчаного раствора</td> <td>$\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda =$</td> <td>$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$</td> </tr> </table>	Базальт	$\rho = 2800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda =$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$	Цементно-песчаный раствор	$\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda =$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$	Утеплитель	$\rho = 200 \text{ кг/м}^3$; $\lambda =$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$	Кладка из газобетонных блоков	$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$; $\lambda =$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$	Штукатурка из известково-песчаного раствора	$\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda =$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$
Базальт	$\rho = 2800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda =$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$														
Цементно-песчаный раствор	$\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda =$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$														
Утеплитель	$\rho = 200 \text{ кг/м}^3$; $\lambda =$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$														
Кладка из газобетонных блоков	$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$; $\lambda =$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$														
Штукатурка из известково-песчаного раствора	$\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda =$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$														
Расчетная схема покрытия	<table border="1" data-bbox="481 885 778 1045"> <tr> <td>Нагнеливаемый кровельный материал - 2 слоя</td> <td>$\rho = 800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda =$</td> <td>$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$</td> </tr> <tr> <td>Стяжка из цементно-песчаного раствора</td> <td>$\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda =$</td> <td>$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$</td> </tr> <tr> <td>Утеплитель</td> <td>$\rho =$ кг/м³; $\lambda =$</td> <td>$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$</td> </tr> <tr> <td>Один слой рубероида насухо</td> <td>$\rho = 800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda =$</td> <td>$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$</td> </tr> <tr> <td>Многослойная железобетонная плита покрытия</td> <td>$\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$; $\lambda =$</td> <td>$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$</td> </tr> </table> 	Нагнеливаемый кровельный материал - 2 слоя	$\rho = 800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda =$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$	Стяжка из цементно-песчаного раствора	$\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda =$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$	Утеплитель	$\rho =$ кг/м ³ ; $\lambda =$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$	Один слой рубероида насухо	$\rho = 800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda =$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$	Многослойная железобетонная плита покрытия	$\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$; $\lambda =$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$
Нагнеливаемый кровельный материал - 2 слоя	$\rho = 800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda =$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$														
Стяжка из цементно-песчаного раствора	$\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda =$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$														
Утеплитель	$\rho =$ кг/м ³ ; $\lambda =$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$														
Один слой рубероида насухо	$\rho = 800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda =$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$														
Многослойная железобетонная плита покрытия	$\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$; $\lambda =$	$\text{Вт/м}^\circ\text{С}$														

Таблица 3 — Рекомендуемый утеплитель для стены и покрытия

Первая буква имени	Название и средняя плотность материала, кг/м ³
А	Пенополиуретан, 60
Б	Пенополистирол, 40
В	Пенополиуретан, 80
Г	Маты минераловатные прошивные, 125
Д	Маты минераловатные прошивные, 50
Е	Экструдированный пенополистирол, 25
Ё	Пенопласт, 100
Ж	Перлитопластобетон, 100
З	Пенополиуретан, 40
И	Плиты из резольноформальдегидного пенопласта, 75
К	Пенополистирол фирмы БАСФ, 20
Л	Плиты жесткие минераловатные, 50
М	Маты минераловатные прошивные, 75
Н	Маты минераловатные прошивные, 50
О	Экструдированный пенополистирол фирмы БАСФ, 45
П	Плиты мягкие минераловатные, 100
Р	Экструдированный пенополистирол БАСФ, 33
С	Теплоизоляционные изделия из вспененного синтетического
Т	Пенопласт, 80
У	Пенополистирол фирмы БАСФ, 30
Ф	Плиты мягкие минераловатные, 50
Х	Маты прошивные из стеклянного волокна, 150
Ч	Пенопласт ПХВ-1, 125
Ц	Пенополистирол, 150
Ш	Экструзионный пенополистирол «Пеноплэкс», 35
Щ	Плиты полужесткие минераловатные, 100
Э	Экструдированный пенополистирол БАСФ, 28
Ю	Плиты из стеклянного штапельного волокна на синтетическом связующем, 50
Я	Экструзионный пенополистирол «Пеноплэкс», 45

УКАЗАНИЯ При проектировании наружных ограждений ~~в~~ ~~д~~ ~~о~~ ~~в~~ ~~а~~ ~~н~~ ~~о~~ [4, раздел] ~~б~~ руководствоваться следующими положениями:

- предусматривать многослойные конструкции со стабильными теплоизоляционными свойствами с минимумом теплопроводных включений (профлей, стержней, болтов) и металлических соединений;
 - теплоизоляцию проектировать непрерывной в плоскости фасада;
 - использовать эффективные теплоизоляционные материалы с коэффициентом теплопроводности не более 0,1 Вт/м·К (не рекомендуется применять теплоизоляцию с внутренней стеной в случае возможного накопления влаги в теплоизоляционном слое);
 - применять гидроизоляцию, сокращающую проникновение влаги и водных паров в толщу теплоизоляции;
 - при введении в конструкцию замкнутых воздушных прослоек размер прослойки по высоте не должен быть более высоты этажа и не более 6 м, размер по толщине не менее 60 мм и не более 100 мм. Располагать прослойки ближе к холодной стороне ограждения;
 - предусматривать защиту внутренней и наружной поверхностей стен устройством покровного слоя: облицовки или штукатурки, окраски водостойкими составами;
 - конструктивные решения ограждающих конструкций должны обеспечивать высокую теплотехническую однородность (с коэффициентом теплотехнической однородности не менее 0,7 и более).
- Типовые основные технические решения решений наружных стен, уровни теплозащиты приведены в таблице [4].

Задание:

1. Определить сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции и сравнить его с нормативным значением.
2. Определить необходимую и достаточную толщину утеплителя для заданного района строительства.
3. Выполнить проверку санитарно-гигиенических показателей конструкции.
4. Провести оценку теплотехнической эффективности ограждающей конструкции.

1.2.1 Общие положения

Нормами по тепловой защите зданий [3] установлены три показателя тепловой защиты:

- а) сопротивление теплопередаче элементов ограждающих конструкций здания R_o ;
- б) санитарно-гигиенический. Включает температурный перепад Δt_o между температурами внутреннего воздуха на поверхности ограждающих конструкций и температуру на внутренней поверхности и температуру точки росы;
- в) удельный расход тепловой энергии на отопление здания. Позволяет варьировать величины теплозащитных свойств ограждающих ко

струкций зданий с учетом оптимальных решений здания и выбора систем поддержания микроклимата для достижения минимального этого показателя. В контрольной работе не рассматривается.

Требования тепловой защиты здания будут выполнены, если:

в **жилых** и **общественных** зданиях будут соблюдены требования показателей «а» и «б», либо «б» и «в»;

в зданиях **производственного** назначения необходимо соблюдать требования показателей «а» и «б».

1.2.2 Последовательность выполнения расчета

Определение исходных данных.

А. Климатические параметры района строительства.

Основными расчетными параметрами считают расчетную температуру наружного воздуха t_{ext} , °С; продолжительность отопительного периода z_{ht} , сут, и среднюю температуру наружного воздуха t_{ht} , °С, в течение отопительного периода.

УКАЗАНИЯ Расчетную температуру наружного воздуха принимают по средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 для всех зданий, производственных, предназначенных для сезонной эксплуатации. В производственных зданиях, предназначенных для сезонной эксплуатации, в качестве расчетной температуры наружного воздуха в холодный период года, °С, принимают минимальную температуру воздуха в холодного месяца, определяемую как среднюю месячную температуру января [3], уменьшенную на среднюю суточную амплитуду температуры воздуха наиболее холодного месяца [4].

Продолжительность и среднюю температуру наружного воздуха отопительного периода принимают для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 5 °С [4]. При проектировании лечебно-профилактических, детских учреждений и домов интернатов для престарелых данные принимают для периода средней суточной температурой наружного воздуха не более 10 °С [4].

Зону влажности района строительства определяют по карте зон влажности [3, приложение В] или приложению А.

УКАЗАНИЯ В случае попадания пункта на границу зон влажности выбирать более влажную зону.

Б. Микроклиматические параметры помещения.

Параметры воздуха внутри зданий — температуру t_{int} и относительную влажность воздуха ϕ_{int} — определяют из условий комфортности по нормам проектирования соответствующих зданий и сооружений.

УКАЗАНИЯ Расчетные параметры воздуха внутри гражданских зданий должны быть не ниже оптимальных значений. В приложении В приведены оптимальные

температура и допустимая относительная влажность воздуха внутри жилых и общественных зданий для холодного периода года по таблице 12.

Расчетную температуру воздуха для теплых чердаков и технических подполий принимают не менее 2 неотапливаемых лестничных клетках жилых зданий — не менее 5 [4, пункт 5].

Влажностный режим помещений в холодный период года устанавливают в зависимости от относительной влажности и температуры внутреннего воздуха по таблице Б.2 [3, таблица 1].

УКАЗАНИЯ: расчетную относительную влажность внутреннего воздуха помещений жилых зданий, больничных учреждений, интернатов для престарелых и инвалидов, школ и детских дошкольных учреждений принимают равной 55 %, для помещений кухни 60 %, для ванных комнат 65 %, для теплых подвалов и подполий с коммуникациями для теплых чердаков жилых зданий 55 %, для помещений общественных зданий (кроме указанных) — 50 % [4, примечание пункта 5.9].

В зависимости от влажностного режима помещений и зоны влажности района строительства по таблице Б.3 [3, таблица 2] определяют условия эксплуатации (А или Б) ограждающих конструкций, которые учитывают при выборе теплотехнических характеристик материалов (коэффициент теплопроводности λ) ограждения (приложение Д [3, таблица 1]).

Температура точки росы t_d воздуха внутри здания при расчетной относительной влажности ϕ_{int} и расчетной температуре внутреннего воздуха t_{int} для холодного периода года приведена в таблице Б.8 [4, таблица 3].

УКАЗАНИЯ: для различных значений температур и относительной влажности воздуха ϕ_{int} в помещении температура точки росы может быть определена по таблице Б.1 [4, приложение 1].

Расчетные данные.

Градусо-сутки отопительного периода D_d , °С сут, определяют по формуле

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) z_{ht}, \quad (2.1)$$

где t_{int} — расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, °С; t_{ht} z_{ht} — средняя температура наружного воздуха, °С, и продолжительность, сут, отопительного периода, принимаемые для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 10 °С — при проектировании лечебно-профилактических, детских учреждений и домов-интернатов для престарелых, и не более 8 °С — в остальных случаях [1, таблица 1].

С учетом градусо-суток отопительного периода D_d определяют требуемое сопротивление теплопередаче R_{req} , $m^2 \cdot ^\circ C / Wt$, по таблице Б.4 [3, таблица 4].

УКАЗАНИЯ для величин D_d , отличающихся от табличных, значения определяют по формуле

$$R_{req} = a D_d + b, \quad (2.2)$$

где D_d — градусо-суток отопительного периода, для указанной категории строительства — коэффициенты, значения которых принимают по данным таблицы Б.4 для соответствующих групп зданий.

Для зданий с расчетной температурой внутреннего воздуха $12\text{ }^\circ C$ и н же, производственных зданий с избытками явной теплоты более 23 Вт/м^3 зданий, предназначенных для сезонной эксплуатации нормируемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций R_{req} , $m^2 \cdot ^\circ C / Wt$, определяют по формуле

$$R_{req} = \frac{n (t_{int} - t_{int})}{\Delta t_n \alpha_{int}}, \quad (2.3)$$

где n — коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху и приведенный в таблице Б.4; Δt_n — нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, $^\circ C$, принимаемый по таблице Б.4; α_{int} — коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, $Wt/m^2 \cdot ^\circ C$, принимаемый по таблице Б.4; t_{int} — то же, что и в формуле (2.1); t_{ext} — расчетная температура наружного воздуха в отопительный период года, $^\circ C$, для всех зданий, кроме производственных зданий, предназначенных для сезонной эксплуатации, принимаемая равной средней температуре наиболее холодной пятидневки без учета ночных температур, $^\circ C$, таблица 1].

При определении нормируемого сопротивления теплопередаче внутренних ограждающих конструкций, разделяющих помещения с разностью расчетных температур воздуха t_{int} равной $6\text{ }^\circ C$ и выше, в формуле (2.3) принимают $n = 1$ и вместо t_{ext} — расчетную температуру воздуха более холодного помещения [4, пункт 5.5].

Коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху, приведен в таблице Б.4 [3, таблица 4]. Для чердачных перекрытий, теплых чердаков и цокольных перекрытий с температурой воздуха в них большей, но меньшей, коэффициенты определяют по формуле

$$n = \frac{(t_{int} - t_c)}{(t_{int} - t_{ext})}. \quad (2.4)$$

Расчет приведенного сопротивления теплопередаче

Наружные ограждающие конструкции должны удовлетворять условию

$$R_o \geq R_{req}. \quad (2.5)$$

Приведенное сопротивление теплопередаче R_o многослойной ограждающей конструкции с однородными слоями определяют по формуле

$$R_o = R_{int} + R_k + R_{ext}, \quad R_{int} = 1/\alpha_{int}, \quad R_{ext} = 1/\alpha_{ext}. \quad (2.6)$$

Термическое сопротивление ограждающей конструкции R_k , м² °С/Вт, с последовательно расположенными однородными слоями, определяют как сумму термических сопротивлений отдельных слоев

$$R_k = R_1 + R_2 + \dots + R_{a,l} + R_n \quad (2.7)$$

где R_1, R_2, \dots, R_n — термические сопротивления отдельных конструктивных слоев

$$R_i = \delta_i / \lambda_i, \quad (2.8)$$

где δ_i — толщина слоя, м; λ_i — коэффициент теплопроводности, Вт/(м °С).

УКАЗАНИЯ: расчетный коэффициент теплопроводности материала (для определения условий эксплуатации ограждающих конструкций по приложению Д.4, приложение Б).

$R_{a,l}$ — термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки, приведено в таблице Б.9.

Найти толщину утеплителя возможно несколькими способами:

а) в расчетной схеме **здать** все толщины слоев многослойной конструкции, **вычислить** сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции R_o и **сравнить** его с нормируемым значением R_{req} . Ограждающая конструкция может быть признана соответствующей нормам тепловой защиты зданий, если превышение расчетного значения R_o над требуемым R_{req} будет не более 5 %;

б) в соответствии с заданной расчетной схемой ограждающей конструкции в формулу (2.6) сопротивления теплопередаче R_o **подставить** известные величины, **приравнять** его требуемому сопротивлению R_{req} и **решить** уравнение относительно неизвестной величины толщины утеплителя; **привести** ее в соответствие с унифицированными размерами, **уточнить** фактическое сопротивление теплопередаче R_o .

Проверка санитарно-гигиенического показателя тепловой защиты

Температуру внутренней поверхности ограждающей конструкции t_{int} , °С, определяют по формуле

$$t_{int} = t_{int} - \Delta t_o. \quad (2.9)$$

Расчетный температурный перепад Δt_o , °С, между температурой внутреннего воздуха t_{int} и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции t_{int} определяют по формуле

$$\Delta t_o = \frac{n (t_{int} - t_{int})}{R_o \alpha_{int}}. \quad (2.10)$$

Конденсат на внутренней поверхности ограждающей конструкции выпадать не будет при соблюдении условия

$$t_{int} \geq t_d. \quad (2.11)$$

Если условие не выполнено, т.е. температура внутренней поверхности ограждающей конструкции меньше температуры точки росы, необходимо изменить конструкцию стены, либо использовать другой утеплитель, и повторить расчет.

2 ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольную работу оформляют на листах писчей бумаги формата А4 с рамкой и штампом (рисунок 2). При этом Текст может быть выполнен:

- машинописным способом. Шрифт — Times New Roman, размер — 14; междустрочный интервал — 1,5; отступ абзаца — 1,5...1,7 см (в таблицах допускается применять другие параметры форматирования);
- рукописным.

Расстояние от рамки до границ текста в начале и в конце строк — не менее 3 мм. Расстояние от верхней и нижней строки текста до верхней и нижней рамки должно быть не менее 10 мм. Расстояние между заголовком и текстом должно быть равно 3 интервалам (не менее 15 мм). Расстояние между заголовками раздела и подраздела — 2 интервала (8 мм).

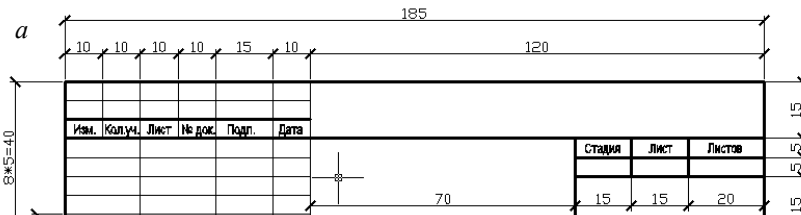


Рисунок 2 — Основная надпись (штамп):
а — заглавного листа, *б* — последующих листов

Титульный лист является первым листом. Пример оформления титульного листа приведен на рисунке .

Лист, следующий за титульным листом, является заглавным. На заглавном листе размещают содержание, включающее номера, наименование разделов и подразделов с указанием номеров листов.

Слово «Содержание» записывают в виде заголовка (симметрично тексту) с прописной буквы. Наименования, включенные в содержание, записывают строчными буквами, начиная с прописной буквы. Содержание располагают перед введением. Разделы «Введение», «Заключение (выводы)», «Библиографический список» не нумеруют.

Текст контрольной работы следует разделять на разделы и, при необходимости, подразделы. Разделы должны иметь порядковые номера, обозначенные арабскими цифрами без точки и записанные с абзацного отступа. Номер подраздела состоит из номера раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится. Заголовки следует писать с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. Переносы слов в заголовках не допускаются. Раздел контрольной работы следует начинать с новой страницы на листах.

В тексте должны применяться термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии — общепринятые в научно-технической литературе.

В **формулах** в качестве символов следует применять установленные обозначения. Пояснения символов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой. Первая строка пояснения должна начинаться со слова

«где» без двоеточия после него. **Формулы** следует **нумеровать** сквозной нумерацией арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. **Ссылки в тексте** на порядковые номера формул дают в скобках.

<p style="text-align: center;">ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова Институт (факультет) _____ Специальность _____ Кафедра архитектурных конструкций</p> <p style="text-align: center;">КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА по дисциплине «Строительная физика»</p> <p style="text-align: right;">Проверил: доц. каф. АК _____ Иванов А.С. (подпись)</p> <p style="text-align: right;">Выполнил: студент группы _____ _____ Мишин С.А. (подпись)</p> <p style="text-align: center;">Белгород 2009</p>

Рисунок 3 — Пример оформления титульного листа

Примечания приводят в документах, если необходимы пояснения или справочные данные. Примечания следует помещать непосредственно после текстового, графического материала или в таблице, к которым относятся эти примечания, и печатать с прописной буквы с абзаца. Одно примечание не нумеруют: после слова «Примечание» ставят тире и примечание печатают с прописной буквы. Несколько примечаний нумеруют по порядку арабскими цифрами.

Иллюстрации следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Иллюстрация должна иметь наименование и пояснительные данные. На иллюстрации в тексте должны быть ссылки. Слово «Рисунок» и наименование располагают **под изображением**.

Цифровой материал, как правило, оформляют в виде **таблиц**. Название таблицы должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название следует помещать **над таблицей**. Таблицы следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Слово «Таблица» указывают один раз слева над первой частью таблицы. Над другими частями пишут слева курсивом «*Продолжение таблицы*» с указанием номера (обозначения) таблицы.

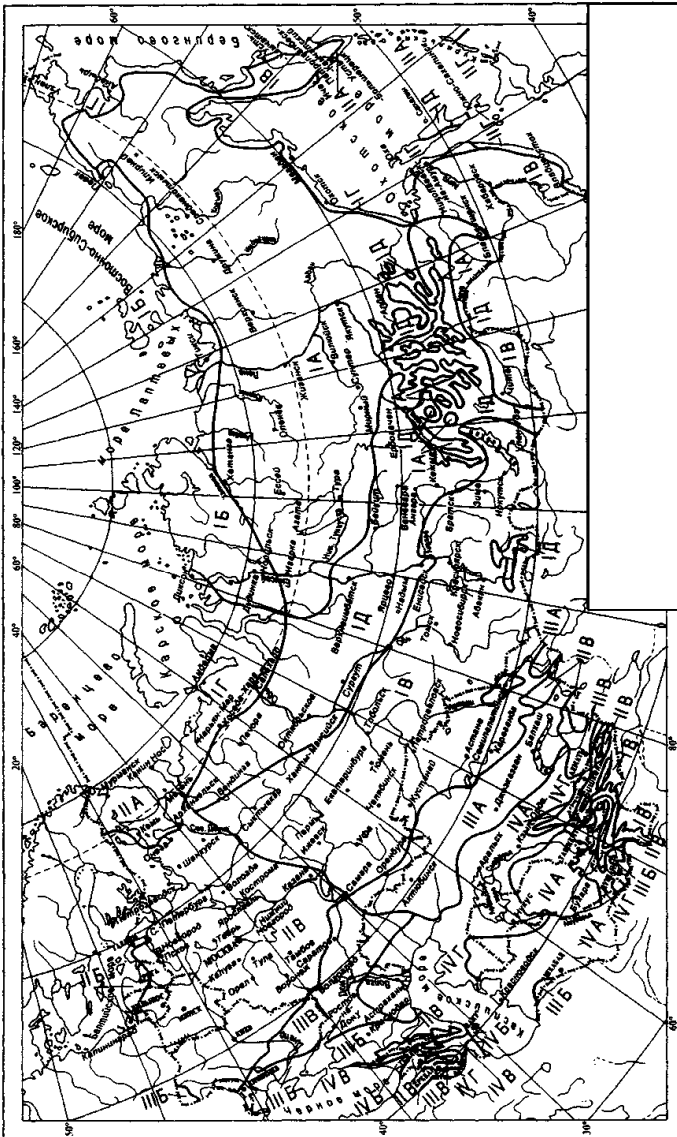
Материал, дополняющий текст документа, допускается помещать в **приложениях**. Приложение оформляют как продолжение документа на последующих его листах. Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение» и его обозначения буквами русского алфавита. Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

В тексте контрольной работы обязательны ссылки на **используемую литературу**, которые дают в квадратных скобках с указанием номера источника в библиографическом списке.

ПРИЛОЖЕНИЯ

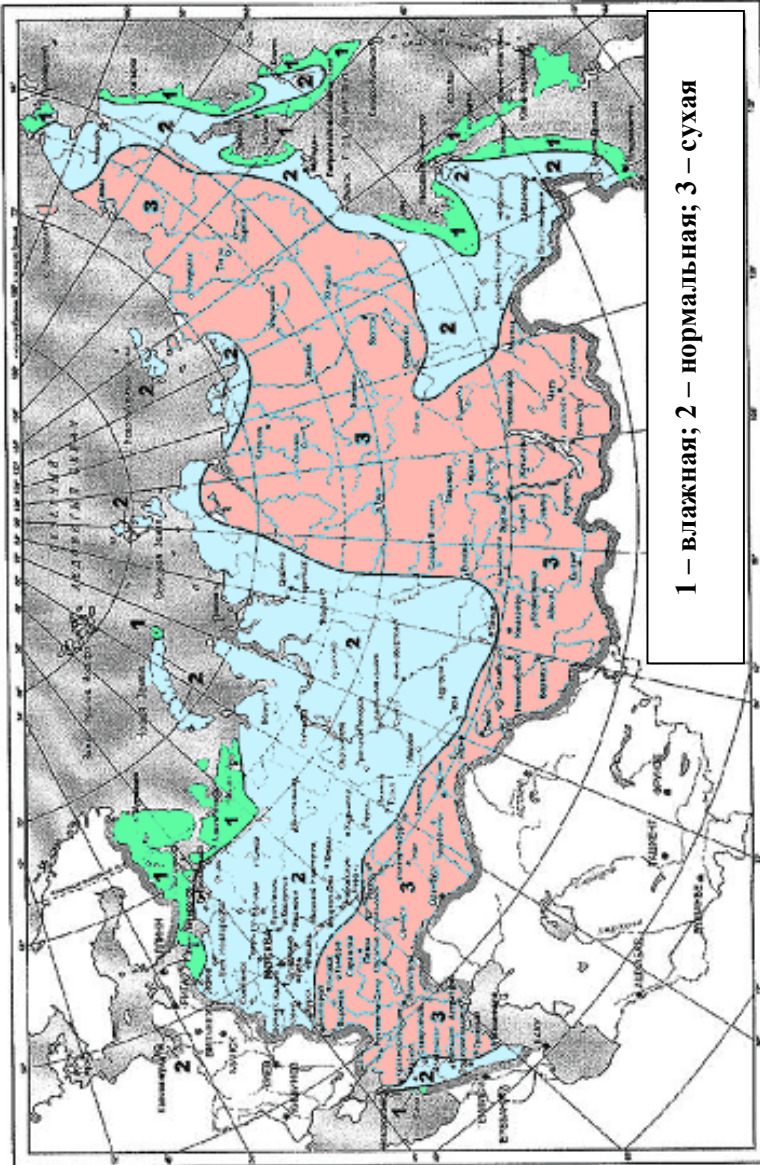
Приложение А
К климатическому паспорту района строительства

Карта климатического районирования



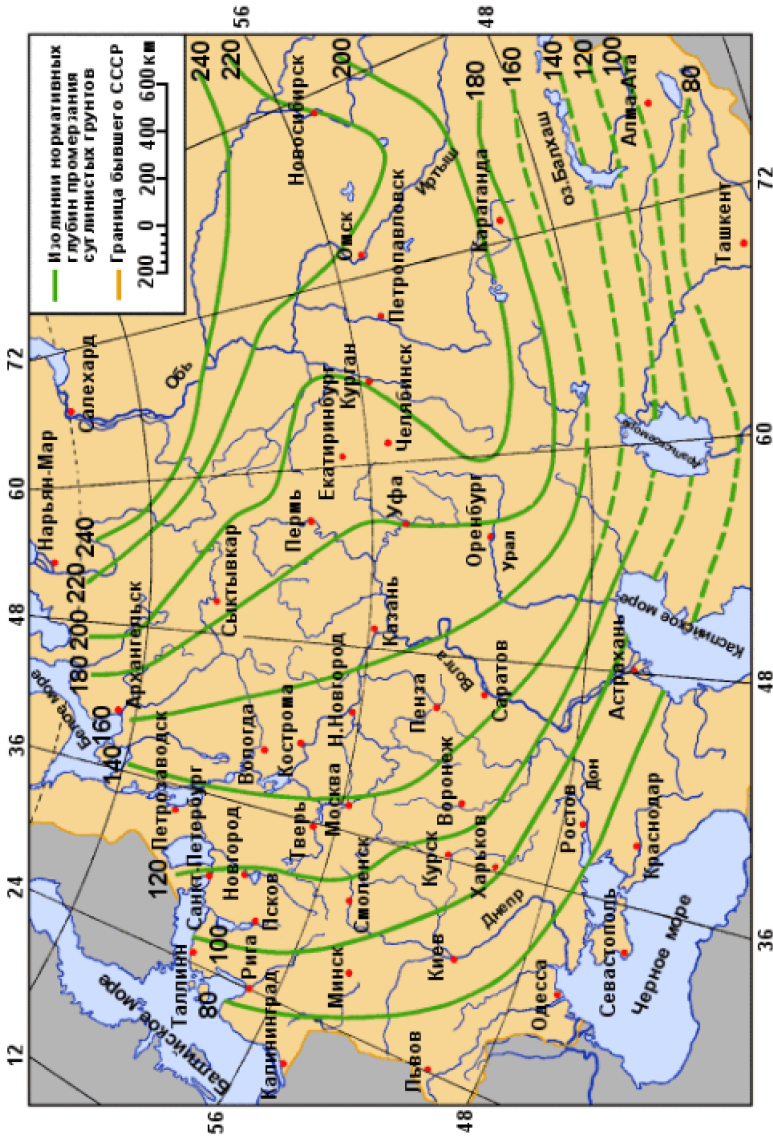
Продолжение приложения А

Карта зон влажности



Продолжение приложения А

Карта глубины промерзания грунта



Продолжение приложения А

**Рекомендуемый состав климатического паспорта
района строительства**

Исходные данные

Место строительства (город, посёлок, район и др.)

Географическая широта

Климатический район строительства

Зона влажности

Данные о температуре воздуха [1, таблицы 1, 2, 3]

Температура воздуха:

средняя по месяцам и за год —

наиболее холодных суток, обеспеченностью 0,92 —

наиболее холодных суток, обеспеченностью 0,98 —

наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92 —

наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,98 —

абсолютная минимальная температура воздуха, °С —

Продолжительность периода со среднесуточной температурой $< 8^{\circ}\text{C}$ —

Средняя температура периода со среднесуточной температурой $< 8^{\circ}\text{C}$ —

Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее холодного месяца, °С —

Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее теплого месяца, °С —

Влажность и осадки [1, приложение 3]

Средняя месячная относительная влажность воздуха:

наиболее холодного месяца, % —

наиболее теплого месяца, % —

Количество осадков, мм:

за ноябрь-март —

за апрель-октябрь —

Перемещение воздуха [1, приложение 4]

Преобладающее направление ветра за декабрь-февраль —

Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, м/с —

Преобладающее направление ветра за июнь-август —

Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль, м/с —

Глубина промерзания грунта [2] —

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(справочное)

Данные к теплотехническому расчету

Таблица Б.1 — Оптимальная температура и допустимая относительная влажность воздуха внутри здания

Тип здания	Температура воздуха внутри здания t_{int} , °C		Допустимая относительная влажность воздуха ϕ_{int} , %	
	для холодного периода года	для теплого периода года	для холодного периода года	для теплого периода года
1. Жилые, школьные и другие общественные здания (кроме приведенных в 2 и 3)	20*±2	24±4	55±5	60±5
2. Поликлиники и лечебные учреждения	21±1	24±4	55±5	60±5
3. Детские дошкольные учреждения	22±1	24±4	55±5	60±5

*21°C в районах с расчетной температурой наиболее холодной пятидневки минус 31°C и ниже.

Таблица Б.2 — 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	Св. 60 до 75	Св. 50 до 60
Мокрый	-	Св. 75	Св. 60

Таблица Б.3 — Условия эксплуатации ограждающих конструкций

Влажностный режим помещений зданий	Условия эксплуатации А и Б в зоне влажности		
	сухой	нормальной	влажной
Сухой	А	А	Б
Нормальный	А	Б	Б
Влажный или мокрый	Б	Б	Б

Продолжение приложения Б

Таблица Б.4 — Нормируемые значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций

Здания и помещения, коэффициенты a и b	Градусо-сутки отопительного периода $D_{от}$, °C·сут	Нормируемые значения сопротивления теплопередаче R_{req} , м ² ·°C/Вт, ограждающих конструкций				
		Стен	Покрытий и перекрытий над проездами	Перекрытий чердачных, над неотапливаемыми подпольями и подвалами	Окон и балконных дверей, витрин и витражей	Фонарей с вертикальным остеклением
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
<i>a</i>	-	0,00035	0,0005	0,00045	-	0,000025
<i>b</i>	-	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
<i>a</i>	-	0,0003	0,0004	0,00035	0,00005	0,000025
<i>b</i>	-	1,2	1,6	1,3	0,2	0,25
3. Производственные с сухим и нормальными режимами	2000	1,4	2,0	1,4	0,25	0,2
	4000	1,8	2,5	1,8	0,3	0,25
	6000	2,2	3,0	2,2	0,35	0,3
	8000	2,6	3,5	2,6	0,4	0,35
	10000	3,0	4,0	3,0	0,45	0,4
	12000	3,4	4,5	3,4	0,5	0,45
<i>a</i>	-	0,0002	0,00025	0,0002	0,000025	0,000025
<i>b</i>	-	1,0	1,5	1,0	0,2	0,15

Продолжение приложения Б

Таблица Б.5 — Коэффициент, учитывающий зависимость положения ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху

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 строительно-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 строительно-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
5. Перекрытия над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	0,4

Таблица Б.6 — Нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции

Здания и помещения	Нормируемый температурный перепад Δt_n , °С, 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. Общественные, кроме указанных в п. 1, административные и бытовые, за исключением помещений с влажным или мокрым режимом	4,5	4,0	2,5	$t_{int} - t_d$
3. Производственные 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	$t_{int} - t_d$

Продолжение приложения Б

Таблица Б.7 — Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции

Внутренняя поверхность ограждения	Коэффициент теплоотдачи α_{int} , Вт/(м ² ·°С)
1. Стен, полов, гладких потолков, потолков с выступающими ребрами при отношении высоты h ребер к расстоянию a между гранями соседних ребер $h/a \leq 0,3$	8,7
2. Потолков с выступающими ребрами при отношении $h/a > 0,3$	7,6
3. Окон	8,0
4. Зенитных фонарей	9,9

Таблица Б.8 — Температура точки росы воздуха внутри здания для холодного периода года

Тип здания	Температура точки росы t_{db} , °С
1. Жилые, школьные и другие общественные здания (кроме приведенных в 2 и 3)	10,7 (11,6 в районах с расчетной температурой наиболее холодной пятидневки минус 31 °С и ниже)
2. Поликлиники и лечебные учреждения	11,6
3. Детские дошкольные учреждения	12,6

Таблица Б.9 — Термическое сопротивление замкнутых воздушных прослоек

Толщина воздушной прослойки, м	Термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки $R_{a,t}$, м ² ·°С/Вт			
	горизонтальной при потоке теплоты снизу вверх и вертикальной		горизонтальной при потоке теплоты 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

Примечание — При оклейке одной или обеих поверхностей воздушной прослойки алюминиевой фольгой термическое сопротивление следует увеличивать в 2 раза.

Продолжение приложения Б

Таблица Б.10 — Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции

Наружная поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент теплоотдачи α_{ext} , Вт/(м ² ·°С)
1. Наружных стен, покрытий, перекрытий над проездами и над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в северной строительно-климатической зоне	23
2. Перекрытий над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом, перекрытий над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в северной строительно-климатической зоне	17
3. Перекрытий чердачных и над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах, а также наружных стен с воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом	12
4. Перекрытий над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенных выше уровня земли, и над неотапливаемыми техническими, подпольями, расположенными ниже уровня земли	6

Таблица Б.11 — Температура точки росы t_d , °С, для различных значений температуры t_{int} и относительной влажности ϕ_{int} , % воздуха в помещении

t_{int} , °С	t_d , °С, при ϕ_{int} , %											
	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
15	1,51	3,17	4,68	6,04	7,3	8,48	9,58	10,6	11,59	12,5	13,38	14,21
16	2,41	4,08	5,6	6,97	8,24	9,43	10,54	11,57	12,56	13,48	14,36	15,2
17	3,31	4,99	6,52	7,9	9,18	10,37	11,5	12,54	13,53	14,46	15,36	16,19
18	4,2	5,9	7,44	8,83	10,12	11,32	12,46	13,51	14,5	15,44	16,34	17,19
19	5,09	6,81	8,36	9,76	11,06	12,27	13,42	14,48	15,47	16,42	17,32	18,19
20	6,0	7,72	9,28	10,69	12,0	13,22	14,38	15,44	16,44	17,4	18,32	19,18
21	6,9	8,62	10,2	11,62	12,94	14,17	15,33	16,4	17,41	18,38	19,3	20,18
22	7,69	9,52	11,12	12,56	13,88	15,12	16,28	17,37	18,38	19,36	20,3	21,6
23	8,68	10,43	12,03	13,48	14,82	16,07	17,23	18,34	19,38	20,34	21,28	22,15
24	9,57	11,34	12,94	14,41	15,76	17,02	18,19	19,3	20,35	21,32	22,26	23,15
25	10,46	12,25	13,86	15,34	16,7	17,97	19,15	20,26	21,32	22,3	23,24	24,14

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(рекомендуемое)

Пример выполнения теплотехнического расчета

Задача 1. Для жилого дома, проектируемого в Белгороде, определить толщину наружной стены, оштукатуренной с двух сторон:

- из силикатного кирпича на цементно-песчаном растворе;
- из глиняного кирпича на цементно-песчаном растворе;
- из керамзитобетонных блоков.

1 Исходные данные

$t_{ext} = -23^{\circ}\text{C}$; $z_{ht} = 191$ сут, $t_{ht} = -1,9^{\circ}\text{C}$.

Зона влажности — сухая. Влажностный режим помещений — нормальный. Условия эксплуатации конструкций — А. Конструкция стены приведена на рисунке В.1.

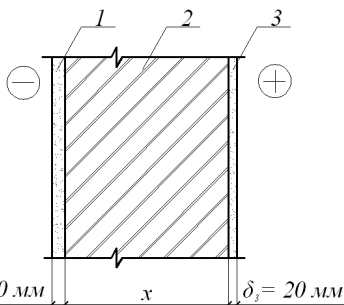


Рисунок В.1 – Расчетная схема стены:

1 – штукатурка из сложного раствора $\rho = 1700$ кг/м³, $\lambda = 0,7$ Вт/(м °С);

2 – а) кладка из силикатного кирпича на цементно-песчаном растворе $\rho = 1800$ кг/м³, $\lambda = 0,76$ Вт/(м °С), б) кладка из глиняного кирпича на цементно-песчаном растворе $\rho = 1800$ кг/м³, $\lambda = 0,7$ Вт/(м °С), в) кладка из керамзитобетонных блоков $\rho = 1000$ кг/м³, $\lambda = 0,33$ Вт/(м °С);

3 – штукатурка из цементно-песчаного раствора $\rho = 1800$ кг/м³, $\lambda = 0,76$ Вт/(м °С)

2 Порядок расчета

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) z_{ht} = (20 - (-1,9)) 191 = 4183 \text{ град}\cdot\text{сут} \quad (\text{B.1})$$

$$R_{req} = a D_d + b = 0,00035 \cdot 4183 + 1,4 = 2,86 \text{ м}^2 \cdot \text{C}/\text{Вт} \quad (\text{B.2})$$

$$R_o = \frac{1}{\alpha_{int}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_{ext}} \quad (\text{B.3})$$

С учетом условия $R_o \geq R_{req}$ может быть решено уравнение с одним неизвестным δ_2

$$\begin{aligned} \delta_2 &= \left(R_{req} - \frac{1}{\alpha_{int}} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_3}{\lambda_3} - \frac{1}{\alpha_{ext}} \right) \lambda_2 = \\ &= \left(2,86 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,03}{0,7} - \frac{0,02}{0,76} - \frac{1}{23} \right) \lambda_2 = 2,63 \cdot \lambda_2 \end{aligned}$$

Продолжение приложения В

Отсюда толщина стены составит:

а) из силикатного кирпича на цементно-песчаном растворе

$$\delta_2 = 2,63 \cdot 0,76 = 2,00 \text{ м};$$

б) из глиняного кирпича на цементно-песчаном растворе

$$\delta_2 = 2,63 \cdot 0,7 = 1,84 \text{ м};$$

в) из керамзитобетонных блоков

$$\delta_2 = 2,63 \cdot 0,33 = 0,87 \text{ м}.$$

Вывод. Стены жилых зданий, выполненные однородной однослойной конструкции, удовлетворяют предъявляемым требованиям тепловой защиты в отношении сопротивления теплопередаче при значительной толщине, что экономически и технологически целесообразно. Уменьшить толщину стены позволит применение утеплителя.

Задача 2.

Определить соответствие требованиям СНиП в отношении сопротивления теплопередаче конструкция стены многоэтажного жилого здания, построенного в Белгороде. Стены выполнены из силикатного кирпича на цементно-песчаном растворе с утеплителем (снаружи) из минераловатных полужестких плит $\rho = 100 \text{ кг/м}^3$. Защитный слой — штукатурка из сложного раствора. Внутренняя отделка — штукатурка из цементно-песчаного раствора.

1 Исходные данные

$$t_{ext} = -23^\circ\text{C}; z_{ht} = 191 \text{ сут.}, t_{ht} = -1,9^\circ\text{C}, t_d = 10,7^\circ\text{C}.$$

Зона влажности — сухая. Влажностный режим помещений — нормальный. Условия эксплуатации конструкций — А.

Расчетная схема стены приведена на рисунке В.2.

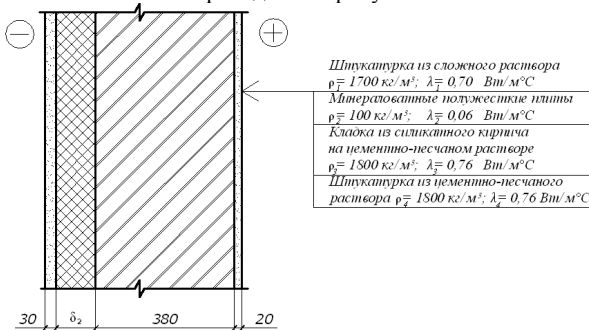


Рисунок В.1 — Схема к расчету стены

2 Порядок расчета

$$D_d = (\dot{t}_{nt} - t_{ht}) z_{ht} = (20 - (-1,9)) 191 = 4183 (\text{}^\circ\text{C}\cdot\text{сут.})$$

Продолжение приложения В

$$R_{req} = a D_d + b = 0,00035 \cdot 4183 + 1,4 = 2,86 \text{ (м}^2 \text{ °С/Вт)}$$

$$R_o = \frac{1}{\alpha_{int}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_{ext}}$$

Подставив известные значения и соблюдая условие $R_o \geq R_{req}$, уравнение примет вид

$$2,86 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,03}{0,7} + \frac{\delta_2}{0,06} + \frac{0,38}{0,76} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{1}{23}$$

$$2,86 = 0,115 + 0,043 + \delta_2/0,06 + 0,5 + 0,026 + 0,043$$

$$2,86 = 0,727 + \delta_2/0,06$$

$$\delta_2 = (2,86 - 0,727) 0,06 = 0,128 \text{ (м)}$$

Расчетная толщина утеплителя составляет 128 мм. Сортаментный ряд плит минераловатных полужестких представлен толщиной от 40 мм с шагом 10 мм. Принимаем толщину утеплителя 130 мм.

Сопротивление теплопередаче стены составит

$$R_o = 0,115 + 0,043 + 0,13/0,06 + 0,5 + 0,026 + 0,043 = 2,89 \text{ м}^2 \text{ °С/Вт}$$

Условие $R_o = 2,89 \text{ м}^2 \text{ °С/Вт} \geq R_{req} = 2,86 \text{ м}^2 \text{ °С/Вт}$ выполнено.

$$\Delta t_o = \frac{n (t_{int} - t_{in})}{R_o \alpha_{int}} = \frac{1 (20 - (-23))}{2,89 \cdot 8,7} = 1,71 \text{ (°С)}$$

$$t_{int} = t_{in} - \Delta t_o = 20 - 1,71 = 18,3 \text{ (°С)} \geq t_{d*} = 10,7 \text{ °С}$$

Условие выполнено. Конденсат на внутренней поверхности ограждающей конструкции выпасть не будет.



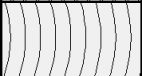

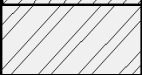

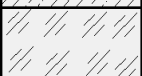
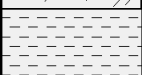
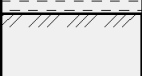
Вывод. Стена многоэтажного жилого дома, выполненная кладкой из силикатного кирпича на цементно-песчаном растворе толщиной 380 мм с утеплителем снаружи из минераловатных полужестких плит плотностью 100 кг/м^3 толщиной 130 мм, оштукатуренная с двух сторон удовлетворяет требованиям тепловой защиты по сопротивлению теплопередаче и санитарно-гигиеническим показателям.

Примечание — Примеры расчетов не содержат объяснений, пояснений символов, входящих в формулы, и прочие сведения, необходимые при оформлении контрольной работы.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(обязательное)

**Графические обозначения материалов
по ГОСТ 2.306–68**

Таблица Г.1 — Графическое обозначение материалов в сечениях

Материал	Обозначение
1. Металлы и твердые сплавы (Общее графическое обозначение материалов в сечениях независимо от вида материала)	
2. Неметаллические материалы, в том числе волокнистые монолитные и плитные (прессованные), за исключением указанных ниже	
3. Древесина	
4. Камень естественный	
5. Керамика и силикатные материалы для кладки	
6. Бетон	
7. Стекло и другие светопрозрачные материалы	
8. Жидкости	
9. Грунт естественный	

Примечания

1. Композиционные материалы, содержащие металлы и неметаллические материалы, обозначают как металлы.
2. Графическое обозначение п.3 следует применять, когда нет необходимости указывать направление волокон.
3. Графическое обозначение п.5 следует применять для обозначения кирпичных изделий (обожженных и необожженных), огнеупоров, строительной керамики, электротехнического фарфора, шлакобетонных блоков и т.п.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Нормируемые теплотехнические показатели строительных материалов и изделий

№ п/п	Материал	Плотность ρ_0 , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·°С)	
			А	Б
1	2	3	4	5
1	Экструдированный пенополистирол фирмы БАСФ ТУ 2244-001-47547616-00 Стиродур 2500С	25	0,031	0,031
2	То же, 4000С	35	0,031	0,031
3	» , 5000С	45	0,031	0,031
4	Пенополистирол фирмы БАСФ Стиропор PS15	15	0,040	0,044
5	То же, PS20	20	0,038	0,042
6	» , PS30	30	0,036	0,040
7	Пенополистирол	150	0,052	0,06
8	То же	100	0,041	0,052
9	Пенопласт ПХВ-1 и ПВ1	125	0,06	0,064
10	То же	100 и менее	0,05	0,052
11	Пенополиуретан	80	0,05	0,05
12	То же	60	0,041	0,041
13	»	40	0,04	0,04
14	Перлитопластбетон	200	0,052	0,06
15	То же	100	0,041	0,05
16	Перлитофосфогелевые изделия	300	0,08	0,12
17	То же	200	0,07	0,09
18	Теплоизоляционные изделия из вспененного синтетического каучука «Аэрофлекс»	80	0,04	0,054
19	Экструзионный пенополистирол «Пеноплэкс» (ТУ 5767002-46261013), тип 35	35	0,029	0,030
20	То же, тип 45	45	0,031	0,032
21	Маты минераловатные прошивные (ГОСТ 21880) и на синтетическом связующем (ГОСТ 9573)	125	0,064	0,07
22	То же	75	0,06	0,064
23	»	50	0,052	0,06
24	Плиты мягкие, полужесткие и жесткие минераловатные на синтетическом и битумном связующих (ГОСТ 9573, ГОСТ 10140, ГОСТ 22950)	350	0,09	0,11
25	То же	300	0,087	0,09
26	Плиты из стеклянного штапельного волокна на синтетическом связующем (ГОСТ 10499)	50	0,06	0,064
27	Маты и полосы из стеклянного волокна прошивные	150	0,064	0,07
28	Пеностекло или газостекло	400	0,12	0,14
29	То же	300	0,11	0,12
30	Плиты древесно-волокнистые и древесно-стружечные (ГОСТ 4598, ГОСТ 8904, ГОСТ 10632)	1000	0,23	0,29
31	Плиты древесно-волокнистые и древесно-стружечные (ГОСТ 4598, ГОСТ 8904, ГОСТ 10632)	800	0,19	0,23
32	Плиты фибролитовые и арболит (ГОСТ 19222) на портландцементе	800	0,24	0,3

Продолжение приложения Д

1	2	3	4	5
33	Плиты фибролитовые и арболит (ГОСТ 19222) на поргланцементе	600	0,18	0,23
34	То же	400	0,13	0,16
35	»	300	0,11	0,14
36	Листы гипсовые обшивочные (сухая штукатурка) (ГОСТ 6266)	800	0,19	0,21
37	Изделия из вспученного перлита на битумном связующем (ГОСТ 16136)	400	0,12	0,13
38	То же	300	0,09	0,099
Засыпки				
39	Гравий керамзитовый (ГОСТ 9757)	800	0,21	0,23
40	То же	600	0,17	0,2
41	»	400	0,13	0,14
Конструкционно-теплоизоляционные материалы				
42	Туфобетон	1800	0,87	0,99
43	»	1600	0,7	0,81
44	»	1400	0,52	0,58
45	»	1200	0,41	0,47
46	Пемзобетон	1600	0,62	0,68
47	»	1400	0,49	0,54
48	»	1200	0,4	0,43
49	»	1000	0,3	0,34
50	»	800	0,22	0,26
51	Бетон на вулканическом шлаке	1600	0,64	0,7
52	То же	1400	0,52	0,58
53	»	1200	0,41	0,47
54	Керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобетон	1800	0,80	0,92
55	То же	1600	0,67	0,79
56	»	1400	0,56	0,65
57	Керамзитобетон на кварцевом песке с поризацией	1200	0,52	0,58
58	То же	1000	0,41	0,47
59	»	800	0,29	0,35
60	Перлитобетон	1200	0,44	0,5
61	»	1000	0,33	0,38
62	»	800	0,27	0,33
63	»	600	0,19	0,23
64	Шлакопемзобетон (термозитобетон)	1800	0,63	0,76
65	То же	1600	0,52	0,63
66	»	1400	0,44	0,52
67	»	1200	0,37	0,44
68	»	1000	0,31	0,37
69	Бетон на доменных гранулированных шлаках	1800	0,7	0,81
70	То же	1600	0,58	0,64
71	Бетон на доменных гранулированных шлаках	1400	0,52	0,58
72	То же	1200	0,47	0,52
73	Аглопоритобетон и бетоны на топливных (котельных) шлаках	1800	0,85	0,93
74	То же	1600	0,72	0,78
75	»	1400	0,59	0,65
76	»	1200	0,48	0,54
77	»	1000	0,38	0,44

Продолжение приложения Д

1	2	3	4	5
78	Бетон на зольном гравии	1400	0,52	0,58
79	То же	1200	0,41	0,47
80	»	1000	0,3	0,35
81	Газо- и пенобетон, газо- и пеносиликат	1000	0,41	0,47
82	»	800	0,33	0,37
83	»	600	0,22	0,26
84	»	400	0,14	0,15
85	»	300	0,11	0,13
Кирпичная кладка из сплошного кирпича				
86	Глиняного обыкновенного (ГОСТ 530) на цементно-песчаном растворе	1800	0,7	0,81
87	Глиняного обыкновенного на цементно-шлаковом растворе	1700	0,64	0,76
88	Силикатного (ГОСТ 379) на цементно-песчаном растворе	1800	0,76	0,87
Кирпичная кладка из пустотного кирпича				
89	Керамического пустотного плотностью 1400 кг/м ³ (брутто) на цементно-песчаном растворе	1600	0,58	0,64
90	Керамического пустотного плотностью 1300 кг/м ³ (брутто) на цементно-песчаном растворе	1400	0,52	0,58
91	Силикатного одиннадцатипустотного (ГОСТ 379) на цементно-песчаном растворе	1500	0,7	0,81
92	Силикатного четырнадцатипустотного (ГОСТ 379) на цементно-песчаном растворе	1400	0,64	0,76
Дерево и изделия из него				
93	Сосна и ель поперек волокон (ГОСТ 8486, ГОСТ 9463)	500	0,14	0,18
94	Сосна и ель вдоль волокон	500	0,29	0,35
95	Дуб поперек волокон (ГОСТ 9462, ГОСТ 2695)	700	0,18	0,23
96	Дуб вдоль волокон	700	0,35	0,41
97	Фанера клееная (ГОСТ 8673)	600	0,15	0,18
98	Картон строительный многослойный	650	0,15	0,18
Конструкционные материалы				
99	Железобетон (ГОСТ 26633)	2500	1,92	2,04
100	Бетон на гравии или щебне из природного камня (ГОСТ 26633)	2400	1,74	1,86
101	Раствор цементно-песчаный	1800	0,76	0,93
102	Раствор сложный (песок, известь, цемент)	1700	0,7	0,87
103	Раствор известково-песчаный	1600	0,7	0,81
Облицовка природным камнем				
104	Гранит, гнейс и базальт	2800	3,49	3,49
105	Мрамор	2800	2,91	2,91
106	Известняк	2000	1,16	1,28
107	То же	1400	0,56	0,58
108	Туф	2000	0,93	1,05
109	»	1600	0,52	0,64
110	»	1200	0,35	0,41
111	»	1000	0,24	0,29
Материалы кровельные, гидроизоляционные				
112	Листы асбестоцементные плоские (ГОСТ 18124)	1800	0,47	0,52
113	То же	1600	0,35	0,41
114	Асфальтобетон (ГОСТ 9128)	2100	1,05	1,05
115	Рубероид (ГОСТ 10923), пергамин (ГОСТ 2697)	600	0,17	0,17

Приложение Е (дополнительное)

Задачи для углубленного изучения методов расчета тепловой защиты здания

1. При реконструкции здания со стенами из силикатного кирпича толщиной 510 мм в Курске необходимо предусмотреть ряд конструктивных мероприятий для обеспечения сопротивления теплопередаче в соответствии с требованиями СП 23-101-2000 «Проектирование тепловой защиты зданий».

Предложите 2 варианта конструктивных решений стен с утеплением и подтвердите варианты решений расчетом.

Укажите использованную нормативную литературу.

2. При реконструкции панельного жилого здания со стенами толщиной 350 мм в Белгороде необходимо предусмотреть ряд конструктивных мероприятий для обеспечения сопротивления теплопередаче в соответствии с требованиями СП 23-101-2000 «Проектирование тепловой защиты зданий».

Предложите 2 варианта конструктивных решений стены и подтвердите варианты решений расчетом.

3. При реконструкции жилого здания со стенами из шлакопемзобетонных стеновых блоков толщиной 400 мм в Курске необходимо предусмотреть ряд конструктивных мероприятий для обеспечения сопротивления теплопередаче в соответствии с требованиями СП 23-101-2000 «Проектирование тепловой защиты зданий».

Предложите 2 варианта конструктивных решений стены и подтвердите варианты решений расчетом.

4. При строительстве общественного здания в Губкине со стенами из силикатного кирпича толщиной 510 мм решено предусмотреть систему «вентилируемый фасад» с облицовкой из керамогранита (толщина облицовочного материала – 20 мм).

Приведите схему к выполнению теплотехнического расчета, обоснуйте выбор утеплителя, найдите необходимую толщину утеплителя для данного города строительства.

5. При строительстве общественного здания в Москве со стенами из керамзитобетонных мелкоштучных стеновых блоков толщиной 400 мм решено предусмотреть систему «вентилируемый фасад» с облицовкой из гранита (толщина облицовочного материала – 40 мм).

Приведите схему к выполнению теплотехнического расчета, обоснуйте выбор утеплителя, найдите необходимую толщину утеплителя для данного города строительства.

Укажите использованную нормативную литературу.

6. При строительстве жилого здания в Липецке со стенами из железобетонных панелей толщиной 400 мм решено предусмотреть систему «вентилируемый фасад» с облицовкой из мрамора (толщина облицовочного материала – 40 мм). Целесообразен ли такой вариант утепления?

Приведите схему к выполнению теплотехнического расчета, обоснуйте выбор утеплителя, найдите необходимую толщину утеплителя для данного года строительства.

Укажите использованную нормативную литературу.

7. При строительстве жилого здания в Воронеже со стенами из глиняного кирпича толщиной 510 мм решено предусмотреть систему «вентилируемый фасад» с облицовкой из базальта (толщина облицовочного материала – 40 мм).

Приведите схему к выполнению теплотехнического расчета, обоснуйте выбор утеплителя, найдите необходимую толщину утеплителя для данного года строительства.

Укажите использованную нормативную литературу.

8. При строительстве здания в Орле со стенами из глиняного кирпича толщиной 510 мм решено предусмотреть систему «невентилируемый фасад» с выполнением штукатурных работ по фасаду (толщина штукатурного слоя – 40 мм). Приведите схему к выполнению теплотехнического расчета, обоснуйте выбор утеплителя, найдите необходимую толщину утеплителя для данного года строительства.

Укажите использованную нормативную литературу.

9. При строительстве производственного здания в Орле со стенами из силикатного кирпича толщиной 510 мм решено предусмотреть систему «невентилируемый фасад» с облицовкой из штукатурки «под шубу» (толщина наружного слоя – 30 мм).

Приведите схему к выполнению теплотехнического расчета, обоснуйте выбор утеплителя, найдите необходимую толщину утеплителя для данного года строительства.

Укажите использованную нормативную литературу.

10. Изложите последовательность построения изотермы распределения температур в толще ограждения.

Для иллюстрации приведите схему стены жилого здания из силикатного кирпича колодезной кладки толщиной 510 мм с утеплением из пенополистирола толщиной 140 мм. Район строительства – Липецк.

Нанесите точку росы в толще ограждения.

11. Изложите последовательность построения изотермы распределения температур в толще ограждения.

Для иллюстрации приведите схему стены жилого здания из керамзитобетонных панелей толщиной 300 мм с утеплением из пенополиуретана толщиной 120 мм. Район строительства – Белгород.

Нанесите точку росы в толще ограждения.

12. Рассчитайте и сравните толщину стен без утепления из керамзитобетонных стеновых блоков, силикатного кирпича и кирпича керамического с учетом сопротивления теплопередаче в соответствии с требованиями СП 23-101-2000 «Проектирование тепловой защиты зданий».

Район строительства – Белгород, здание – жилое с нормальным режимом эксплуатации.

Укажите использованную нормативную литературу.

13. Рассчитайте и сравните толщину стен без утепления из глиняного кирпича, силикатного кирпича и кирпича керамического с учетом сопротивления теплопередаче в соответствии с требованиями СП 23-101-2000 «Проектирование тепловой защиты зданий».

Район строительства – Воронеж, здание – жилое с нормальным режимом эксплуатации.

Укажите использованную нормативную литературу.

14. Изложите последовательность построения изотермы распределения температур в толще ограждения. Уточните, зачем необходимо построение изотермы, есть ли другие способы, кроме графического.

Для иллюстрации приведите схему стены жилого здания из силикатного кирпича колодезной кладки толщиной 640 мм с утеплением из пенополистирола толщиной 100 мм. Район строительства – Москва.

Нанесите точку росы в толще ограждения.

15. При реконструкции жилого здания со стенами из силикатного кирпича толщиной 510 мм в Москве необходимо предусмотреть ряд конструктивных мероприятий для обеспечения сопротивления теплопередаче в соответствии с требованиями СП 23-101-2000 «Проектирование тепловой защиты зданий».

Предложите 2 варианта конструктивных решений стен с утеплением и подтвердите варианты решений расчетом.

Укажите использованную нормативную литературу.

Библиографический список

1. СНиП 23-01-99. Строительная климатология / Госстрой России. — М., 2000.
2. СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика / Госстрой России. — М., 1982.
3. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий / Госстрой России. — М., 2004.
4. СП 23-101-2000. Проектирование тепловой защиты здания / Госстрой России. — М., 2001.
5. СНиП II-3-79*. Строительная теплотехника / Госстрой России. — М., 1998.
6. ГОСТ 2.105-95. ЕСКД. Общие требования к текстовым документам. — М.: Изд-во стандартов, 1995.
7. ГОСТ 2.306–68. ЕСКД. Обозначения графических материалов и правила их нанесения на чертежах. — М.: Изд-во стандартов, 1969.

Оглавление

Введение	3
1 Рекомендации к выполнению контрольной работы	3

1.1 Расчетно-графическое упражнение № 1	
Климатический паспорт района строительства	3
1.2 Расчетно-графическое задание № 2	
Теплотехнический расчет ограждающих конструкций	5
1.2.1 Общие положения	12
1.2.2 Последовательность выполнения расчета	12
2 Основные правила оформления контрольной работы.....	17
Приложения	20
Приложение А. К климатическому паспорту района строительства	20
Приложение Б. Данные к теплотехническому расчету	24
Приложение В. Пример выполнения теплотехнического расчета	29
Приложение Г. Графические обозначения материалов по ГОСТ 2.306-68.....	32
Приложение Д. Нормируемые теплотехнические показатели строительных материалов и изделий	33
Приложение Е. Задачи для углубленного изучения методов расчета тепловой защиты здания.....	36
Библиографический список	38

Учебное издание

**Физико-технические основы проектирования
Расчет тепловой защиты здания**

Методические указания и задания к выполнению
контрольной работы по дисциплине «Строительная физика»
для студентов заочной формы обучения специальностей
270102 — Промышленное и гражданское строительство,
270105 — Городское строительство и хозяйство

Составители: Черныш Надежда Дмитриевна
Тарасенко Виктория Николаевна
Аниканова Татьяна Викторовна
Дегтев Илья Алексеевич

Подписано в печать 29.05.09. Формат 60×84/16. Усл. печ. л. 2,3. Уч-изд. л. 2,5.
Тираж 90 экз. Заказ Цена
Отпечатано в Белгородском государственном технологическом университете
им. В.Г. Шухова
308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46