

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра жилищно-коммунального хозяйства

## **Энергетический паспорт здания**

*Методические указания  
к выполнению курсовой работы  
для студентов всех форм обучения  
направления 08.03.01 «Строительство» (квалификация «Бакалавр»)  
и 08.04.01 «Строительство» (квалификация «Магистр»)*

*Воронеж 2017*

УДК 697.1:658.26  
ББК 31.19я73

*Составитель М.С.Кононова*

**Энергетический паспорт здания** : метод. указания к вып. курсовой работы/  
ВГТУ, сост.: М.С.Кононова. – Воронеж, 2017. - 28 с.

Приведены рекомендации по расчету основных составляющих энергетического паспорта здания. Изложены содержание и объем текстовой и графической части курсовой работы. Приведены методики расчета и ссылки на необходимую нормативно-справочную литературу.

Предназначены для студентов всех форм обучения: направление 08.03.01 «Строительство» (квалификация «Бакалавр»), направление 08.04.01 «Строительство» (квалификация «Магистр»).

Ил. 2. Табл. 9. Библиогр.: 7 назв.

**УДК 697.1:658.26**  
**ББК 31.19я73**

*Печатается по решению учебно-методического совета  
ВГТУ*

*Рецензент – Э.В. Сазонов, д-р. техн. наук, профессор кафедры  
жилищно-коммунального хозяйства ВГТУ*

## 1. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Энергетический паспорт здания разрабатывается с целью установления соответствия теплозащитных и энергетических характеристик здания нормируемым показателям, определенным в нормах [1] или иных нормах, определяемых федеральным законодательством.

Энергетический паспорт должен разрабатываться отдельно для жилой и нежилой частей здания, если площадь нежилой части превышает 20% от площади квартир.

Рекомендуемая форма энергетического паспорта приведена в [1, прил.Д].

В курсовой работе приводится:

- чертежи здания с указанием геометрических размеров и расчетных температур внутреннего воздуха в каждом помещении;
- описание состава всех наружных ограждающих конструкций здания (с указанием материалов и толщин слоев, входящих в конструкцию);
- все проводимые расчеты с указанием формул и используемых ссылок на нормативно-справочную литературу;
- заполненная форма энергетического паспорта (выносится в приложение).

Общая информация о здании в составе энергетического паспорта приводится в виде табл.1.1

Таблица 1.1

### Общая информация

Дата заполнения (число, месяц, год)	
Адрес здания*	
Разработчик проекта	
Адрес и телефон разработчика*	
Назначение здания, серия	
Этажность, количество секций	
Количество квартир	
Расчетное количество жителей	
Конструктивное решение	

*\*В рамках курсовой работы допускается не заполнять*

## 2. РАСЧЕТНЫЕ УСЛОВИЯ

Расчетные условия в составе энергетического паспорта приводятся в виде табл.2.1 [1, прил. Д] Ниже табл.2 приведены пояснения по определению расчетных условий.

Таблица 2.1

## Расчетные условия

Наименование расчетных параметров	Обозначение	Единица измерения	Расчетное значение
1 Расчетная температура наружного воздуха для проектирования теплозащиты,	$t_n$	°С	
2 Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	$t_{om}$	°С	
3 Продолжительность отопительного периода	$z_{om}$	сут	
4 Градусо-сутки отопительного периода	$ГСОП$	°С*сут	
5 Расчетная температура внутреннего воздуха для проектирования теплозащиты	$t_g$	°С	
6 Расчетная температура чердака	$t_{черд}$	°С	
7 Расчетная температура воздуха в техническом подполье	$t_{под}$	°С	

Расчетная температура наружного воздуха для проектирования теплозащиты  $t_n$  принимается равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по [2, табл.3.1].

Средняя температура наружного воздуха за отопительный период  $t_{om}$  и продолжительность отопительного периода  $z_{om}$  принимаются по [2, табл.3.1] для периода со среднесуточной температурой наружного воздуха не более 8°С.

Количество градусо-суток отопительного периода  $ГСОП$ , °С\*сут/год, рассчитывается по формуле

$$ГСОП = (t_g - t_{om}) z_{om}, \quad (2.1)$$

где  $t_g$  – расчетная температура внутреннего воздуха, °С;

$t_{om}$  – средняя температура наружного воздуха за отопительный период, °С;

$z_{om}$  – продолжительность отопительного периода, сут.

Расчетная температура внутреннего воздуха для проектирования теплозащиты  $t_g$  принимается для жилых и общественных зданий по минимальным значениям оптимальной температуры в соответствии с [3, табл.1].

Расчетная температура теплого чердака  $t_{черд}$  принимается равной 14 °С, исходя из расчета теплового баланса системы, включающей теплый чердак и ниже расположенные жилые помещения. Если чердак не является теплым, то

его расчетная температура определяется на основе теплового баланса.

Расчетная температура техподполья (технического подвала)  $t_{подв}$ . При наличии в подвале труб систем отопления и горячего водоснабжения эта температура принимается равной не менее плюс 2 °С, исходя из расчета теплопоступлений от инженерных систем и вышерасположенных помещений.

### 3. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Геометрические показатели в составе энергетического паспорта приводятся в виде табл.3. [1, прил. Д]. Ниже табл.3.1 приведены пояснения по определению геометрических показателей.

Таблица 3.1

#### Показатели геометрические

Показатель	Обозначение и единица измерения	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
8 Сумма площадей этажей здания	$A_{от}, м^2$		
9 Площадь жилых помещений	$A_{жс}, м^2$		
10 Расчетная площадь (общественных зданий)	$A_p, м^2$		
11 Отапливаемый объем здания	$V_{от}, м^3$		
12 Коэффициент остекленности фасада здания	$f$		
13 Показатель компактности здания	$K_{комп}, м^{-1}$		
14 Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания, в том числе:			
– фасадов	$A_{фас}, м^2$		
– стен (раздельно по типу конструкции)	$A_{ст1}, м^2$ $A_{ст2}, м^2$		
– окон и балконных дверей (раздельно по типу конструкции)	$A_{ок1}, м^2$		
– окон лестнично-лифтовых узлов	$A_{ок2}, м^2$		
– чердачных перекрытий	$A_{черд}, м^2$		
– перекрытий цокольных	$A_{цок}, м^2$		
– окон по сторонам света:			
– север	$A_{С.ок}, м^2$		
– юг	$A_{Ю.ок}, м^2$		
– запад	$A_{З.ок}, м^2$		
– восток	$A_{В.ок}, м^2$		
входных дверей	$A_{дв2}, м^2$		

Все геометрические размеры здания определяются по его чертежам. Отапливаемый объем  $V_{от}$ , определяется внутренними поверхностями наружных ограждений здания.

Коэффициент остекленности фасада здания  $f$  определяется по формуле

$$f = \Sigma A_{ок} / A_{фас} \quad (3.1)$$

где  $\Sigma A_{ок}$  – сумма площадей всех окон здания,  $m^2$ ;  $A_{фас}$  – площадь фасадов здания (включая площадь окон)  $m^2$ ;

Показатель компактности здания  $K_{комп}$ ,  $m^{-1}$ , определяется по формуле

$$K_{комп} = A_n^{сум} / V_{от}, \quad (3.2)$$

где  $A_n^{сум}$  – сумма площадей наружных ограждающих конструкций здания (по внутреннему обмеру теплозащитной оболочки),  $m^2$ ;  $V_{от}$  – отапливаемый объем здания,  $m^3$ .

#### 4. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Теплотехнические показатели в составе энергетического паспорта приводятся в виде табл.4.1 [1, прил. Д]. Ниже табл.4 приведены пояснения по определению теплотехнических показателей.

Таблица 4.1

##### Показатели теплотехнические

Показатель*	Обозначение и единица измерения	Нормируемое значение	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
15 Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений, в том числе:				
стен (раздельно по типу конструкции)	$R_{ст}, Вт/(m^2 \cdot ^\circ C)$			
покрытий (чердачных перекрытий)	$R_{покp}, Вт/(m^2 \cdot ^\circ C)$			
перекрытий подвала	$R_{подв}, Вт/(m^2 \cdot ^\circ C)$			
окон	$R_{ок}, Вт/(m^2 \cdot ^\circ C)$			
входных дверей	$R_{дв}, Вт/(m^2 \cdot ^\circ C)$			

\*приводятся отдельными строками все элементы теплозащитной оболочки здания, имеющие различную конструкцию

В графу «Нормируемое значение» табл.4 заносятся базовые значения требуемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, определяемые по [1, табл.3] в зависимости от количества градусосуток отопительного периода, вычисленного по формуле (2.1).

В графу «Расчетное проектное значение» заносится приведенное сопротивление теплопередаче  $R_o^{np}$ , Вт/(м<sup>2</sup>·°C), рассчитанное по методике, приведенной в [1, прил.Е] или [4]. В рамках курсовой работы допускается значение  $R_o^{np}$  вычислять по формуле

$$R_o^{np} = R_o^{ysl} / r, \quad (4.1)$$

где  $r$  – коэффициент теплотехнической однородности, в курсовом проекте принимается равным от 0,6 до 0,7;

$R_o^{ysl}$  – сопротивление теплопередаче однородного фрагмента ограждающей конструкции, рассчитываемое по формуле:

$$R_o^{ysl} = \frac{1}{\alpha_e} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_n}, \quad (4.2)$$

где  $\alpha_e$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м<sup>2</sup>·°C), [1, табл.4];

$\alpha_n$  – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м<sup>2</sup>·°C), [1, табл.6];

$\delta_i$  - толщина слоя, м;

$\lambda_i$  - коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/(м·°C), принимаемый по [1, прил.Т].

## 5. РАСЧЕТ УДЕЛЬНОЙ ТЕПЛОЗАЩИТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Удельная теплозащитная характеристика здания  $k_{об}$ , Вт/(м<sup>3</sup> · °C), рассчитывается по формуле [1, ф.(Ж.1)]

$$k_{об} = \frac{1}{V_{om}} \sum \left( n_t \frac{A_i}{R_i^{np}} \right) = K_{комн} K_{общ}, \quad (5.1)$$

где  $R_i^{np}$  – приведенное сопротивление теплопередаче  $i$ -го фрагмента теплозащитной оболочки здания, (м<sup>2</sup>·°C)/ Вт;

$A_i$  – площадь соответствующего фрагмента теплозащитной оболочки здания, м<sup>2</sup>;

$V_{om}$  – отапливаемый объем здания, м<sup>3</sup>;

$n_t$  – коэффициент, учитывающий отличие внутренней или наружной тем-

пературы у конструкции от принятых в расчете ГСОП, рассчитываемый по формуле

$$n_t = (t_e^* - t_{om}^*) / (t_e - t_{om}), \quad (5.2)$$

где  $t_e^*$ ,  $t_{om}^*$  – температура внутреннего и наружного воздуха для данного ограждения, °С;

$t_e$ ,  $t_{om}$  – то же, что в формуле (2.1).

$K_{ком}$  – показатель компактности здания,  $m^{-1}$ , определяется по формуле (3.2).

$K_{общ}$  – общий коэффициент теплопередаче здания,  $Вт/(м^2 \cdot °С)$ , рассчитывается по формуле [1, ф.(Ж.2)]

$$K_{общ} = \frac{1}{A_n^{сум}} \sum \left( n_t \frac{A_i}{R_i^{np}} \right), \quad (5.3)$$

где  $A_n^{сум}$  – сумма площадей всех наружных ограждений (по внутреннему обмеру),  $м^2$ .  $n_t$ ,  $R_i^{np}$ ,  $A_i$  – см ф. (5.1).

Полученное по формуле (5.1) значение удельной теплозащитной характеристики должно быть не менее нормируемого значения  $k^{np}$ ,  $Вт/(м^3 \cdot °С)$ , которое определяется по [1, табл. 7] в зависимости от отапливаемого объема здания и градусо-суток отопительного периода.

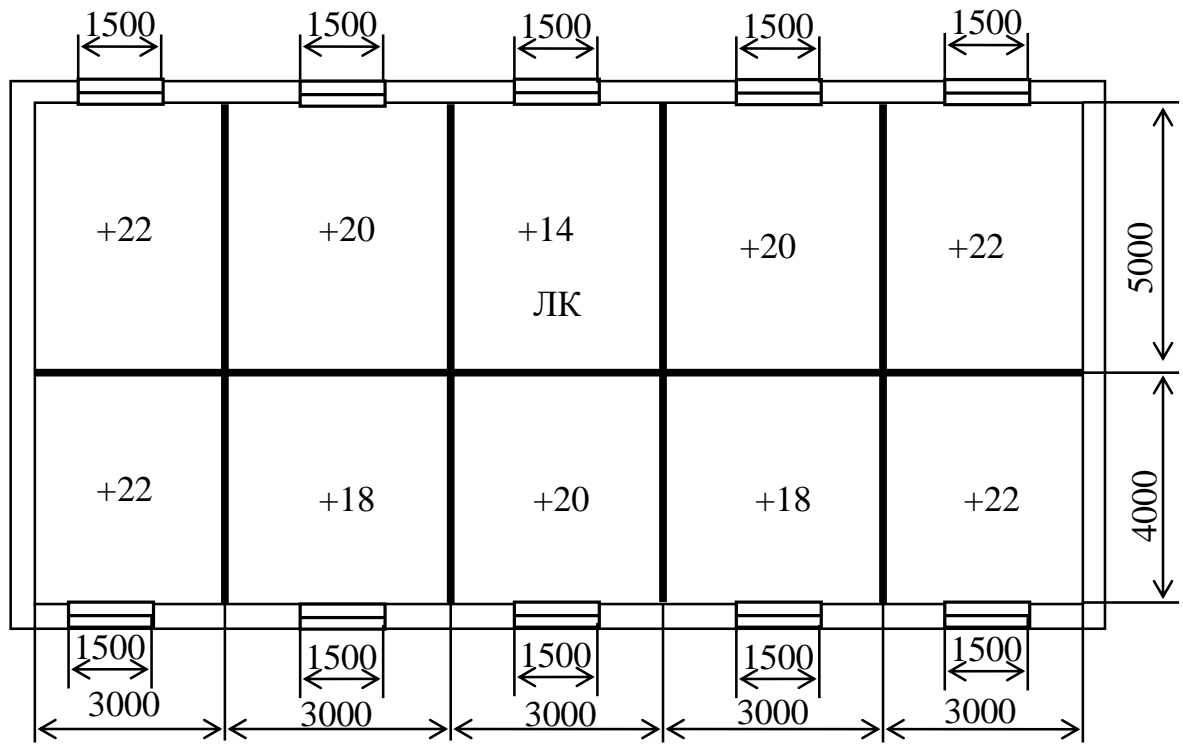
### Пример 5.1. Расчет удельной теплозащитной характеристики

Требуется рассчитать удельную теплозащитную характеристику для жилого дома, план-схема и разрез которого приведены на рис.5.1, 5.2.

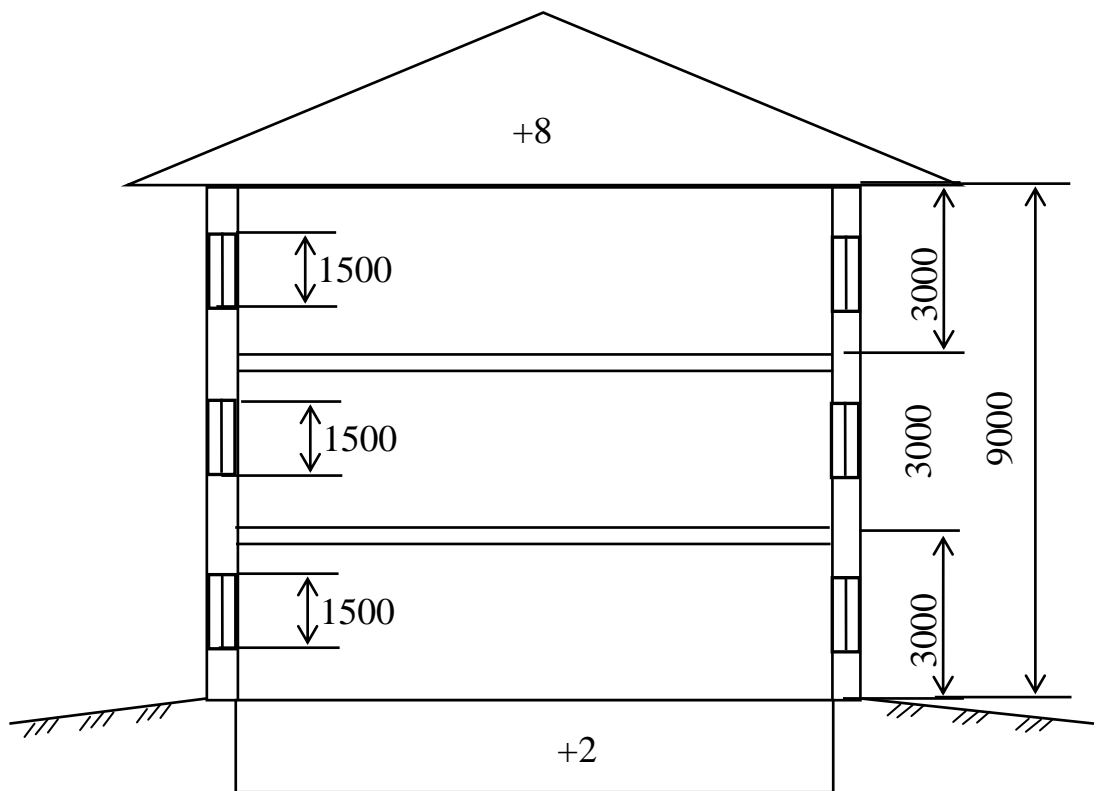
#### Исходные данные

- 1) Средняя температура за отопительный период  $t_{om} = -4,7°С$ ;
- 2) ГСОП = 6200 °С·сут/год;
- 3) Расчетные температуры воздуха (указаны на плане здания):
  - в жилых помещениях 20 °С, 22 °С;
  - в кухнях 18°С;
  - в помещениях лестничных клеток 14 °С;
  - в подвальном помещении +2 °С.
  - в помещении чердака +8 °С
- 4) Отапливаемый объем здания  $V_{от} = 1215 м^3$ ;
- 5) Сопротивление теплопередаче наружных ограждающих конструкций:
  - наружной стены  $R_{cm} = 5,14 Вт/(м^2 \cdot °С)$
  - окон  $R_{ок} = 0,81 Вт/(м^2 \cdot °С)$
  - перекрытия верхнего этажа  $R_{не} = 5,82 Вт/(м^2 \cdot °С)$
  - перекрытия подвала  $R_{не} = 5,86 Вт/(м^2 \cdot °С)$
  - входной двери  $R_{вд} = 3,1 Вт/(м^2 \cdot °С)$





**Рис. 5.1.** План-схема здания



**Рис. 5.2.** Разрез здания

## Решение

Используя размеры, указанные на чертежах здания, вычисляем площади наружных ограждений, контактирующие с различной температурой наружного и внутреннего воздуха (при определении площади наружных стен не забываем вычитать площадь окон и входной двери):

Площади окон:

$$A_{OK t=20} = 9 \cdot 1,5 \cdot 1,5 = 20,25;$$

$$A_{OK t=18} = 6 \cdot 1,5 \cdot 1,5 = 13,5 \text{ м}^2;$$

$$A_{OK t=22} = 12 \cdot 1,5 \cdot 1,5 = 27 \text{ м}^2;$$

$$A_{OK t=14} = 3 \cdot 1,5 \cdot 1,5 = 6,75 \text{ м}^2;$$

Площадь входной двери лестничной клетки

$$A_{OK t=14} = 3 \cdot 1,5 \cdot 1,5 = 6,75 \text{ м}^2;$$

Площади наружных стен:

$$A_{НС t=20} = (3+3+3+3) \cdot 9 - 9 \cdot 1,5 \cdot 1,5 = 60,75 \text{ м}^2;$$

$$A_{НС t=18} = (3+3) \cdot 9 - 6 \cdot 1,5 \cdot 1,5 = 40,5 \text{ м}^2;$$

$$A_{НС t=22} = (3+3+3+3+4+4+5+5) \cdot 9 - 12 \cdot 1,5 \cdot 1,5 = 243 \text{ м}^2;$$

$$A_{НС t=14} = 3 \cdot 9 - 3 \cdot 1,5 \cdot 1,5 - 1,2 \cdot 2,0 = 11,1 \text{ м}^2;$$

Площади перекрытий подвала и верхнего этажа:

$$A_{ПП t=20} = A_{ПВ t=20} = 2 \cdot (3 \cdot 5) + 3 \cdot 4 = 42 \text{ м}^2;$$

$$A_{ПП t=18} = A_{ПВ t=18} = 2 \cdot (3 \cdot 4) = 24 \text{ м}^2;$$

$$A_{ПП t=22} = A_{ПВ t=22} = 2 \cdot (3 \cdot 4) + 2 \cdot (3 \cdot 5) = 54 \text{ м}^2;$$

$$A_{ПП t=14} = A_{ПВ t=14} = 3 \cdot 5 = 15 \text{ м}^2;$$

Результаты вычислений площадей заносим в табл.5.1

Рассчитываем коэффициенты, учитывающие отличие внутренней и наружной температур воздуха от принятой при расчете ГСОП, по формуле (5.2):

$$n_{18/-4,7} = (18 - (-4,7)) / (20 - (-4,7)) = 0,919;$$

$$n_{22/-4,7} = (22 - (-4,7)) / (20 - (-4,7)) = 1,081;$$

$$n_{14/-4,7} = (14 - (-4,7)) / (20 - (-4,7)) = 0,757;$$

$$n_{20/8} = (20 - 8) / (20 - (-4,7)) = 0,486;$$

$$n_{18/8} = (18 - 8) / (20 - (-4,7)) = 0,405;$$

$$n_{22/8} = (22 - 8) / (20 - (-4,7)) = 0,583;$$

$$n_{14/8} = (14 - 8) / (20 - (-4,7)) = 0,243;$$

$$n_{20/2} = (20 - 2) / (20 - (-4,7)) = 0,729;$$

$$n_{18/2} = (18 - 2) / (20 - (-4,7)) = 0,648;$$

$$n_{22/2} = (22 - 2) / (20 - (-4,7)) = 0,810;$$

$$n_{14/2} = (14 - 2) / (20 - (-4,7)) = 0,486;$$

Вычисленные значения  $A_i$ , и  $n_t$  заносим в табл.5.1, в последней графе которой проводим вычисления, необходимые для расчета удельной теплозащитной характеристики по формуле (5.1)

Т а б л и ц а 5.1

**Геометрические и теплотехнические характеристики  
наружных ограждений**

Наименование ограждения	Сопротивление теплопередаче $R_i^{np}$ ( $m^2 \cdot ^\circ C$ )/ Вт	Температура внутреннего воздуха $t_e^*$ , $^\circ C$	Температура наружного воздуха $t_{om}^*$ , $^\circ C$	Площадь ограждения $A_i$ , $m^2$	$n_t$ (по формуле (5.2))	$\frac{n_t \cdot A_i}{R_i^{np}}$
Наружная стена	5,14	20	-4,7	60,75	1	11,82
		18	-4,7	40,5	0,919	7,24
		22	-4,7	243	1,081	51,1
		14	-4,7	11,1	0,757	1,63
Окно	0,81	20	-4,7	20,25	1	25,00
		18	-4,7	13,5	0,919	15,32
		22	-4,7	27	1,081	36,03
		14	-4,7	6,75	0,757	6,31
Перекрытие верхнего этажа	5,82	20	+8	42	0,486	3,51
		18	+8	24	0,405	1,67
		22	+8	54	0,583	5,41
		14	+8	15	0,243	0,63
Перекрытие подвала	5,86	20	+2	42	0,729	5,22
		18	+2	24	0,648	2,65
		22	+2	54	0,810	7,46
		14	+2	15	0,486	1,24
Входная дверь	3,1	14	-4,7	2,4	0,757	0,59

$\Sigma 182,83$

Подставляя найденное значение  $\Sigma(n_t \cdot A_i / R_i^{np}) = 182,83$  из табл. 5.1 в формулу (5.1), получаем расчетное значение удельной теплозащитной характеристики здания:

$$k_{об} = \frac{1}{1215} 182,83 = 0,15 \text{ Вт}/(m^3 \cdot ^\circ C).$$

Рассчитанное значение  $k_{об}$  нужно сравнить с нормируемой величиной  $k^{mp}$ , определяемой в соответствии с [1, табл. 7]:

$$k^{mp} = \frac{0,16 + 10 / \sqrt{1215}}{0,00013 \cdot 6200 + 0,61} = 0,316 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C}).$$

Расчетное значение удельной теплозащитной характеристики здания  $k_{об}$  меньше нормируемого  $k^{mp}$ , значит, комплексное требование по тепловой защите выполнено.

## 6. РАСЧЕТ УДЕЛЬНОЙ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Расчетная разность давлений на внутренней и наружной поверхности ограждения  $\Delta p$ , Па, определяется по формуле [1, ф. (7.2)]

$$\Delta p = 0,55H (\gamma_n - \gamma_b) + 0,03\gamma_n v^2, \quad (6.1)$$

где  $H$  – высота здания от уровня земли до верха вентиляционной шахты, м;

$v$  – максимальная из средних скоростей ветра за январь, м/с, принимается по [2, табл. 3.1];

$\gamma_b, \gamma_n$  – удельный вес внутреннего и наружного воздуха, Н/м<sup>3</sup>, определяется в зависимости от соответствующей расчетной температуры воздуха  $t$  по формуле

$$\gamma = \frac{3463}{273 + t}. \quad (6.2)$$

Количество инфильтрующегося воздуха  $G_{инф}$ , кг/ч, поступающего в лестничную клетку жилого здания или в помещения общественного здания через неплотности заполнения проемов, полагая, что они находятся на наветренной стороне, следует определять по формуле [1, ф. (Г.5)]

$$G_{инф} = (A_{ок} / R_{и,ок}^{mp}) (\Delta p_{ок} / 10)^{2/3} + (A_{дв} / R_{и,дв}^{mp}) (\Delta p_{дв} / 10)^{1/2}, \quad (6.3)$$

где  $A_{ок}$  и  $A_{дв}$  – соответственно суммарная площадь окон, балконных дверей и входных наружных дверей, м<sup>2</sup>;

$R_{и,ок}^{mp}, R_{и,дв}^{mp}$  – соответственно требуемое сопротивление воздухопроницанию окон (балконных дверей) и входных наружных дверей, (м<sup>2</sup> · ч · Па)/кг;  
 $\Delta p_{ок}$  и  $\Delta p_{дв}$  – соответственно расчетная разность давлений наружного и

внутреннего воздуха для окон и дверей, Па,

Для окон и балконных дверей и входных наружных дверей первого этажа значения  $\Delta p_{ок}$  и  $\Delta p_{дв}$  определяются по формуле (6.1). Для окон и балконных дверей остальных этажей значения  $\Delta p_{ок}$  и  $\Delta p_{дв}$  определяются по формуле (6.1) с заменой в ней величины 0,55 на 0,28

Нормируемое (требуемое) сопротивление воздухопроницанию окон, балконных дверей и входных наружных дверей,  $R_u^{mp}$  ( $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$ )/кг определяется по формуле

$$R_u^{mp} = \Delta p / G_n, \quad (6.4)$$

где  $\Delta p$  – см и ф.(6.1);  $G_n$  – нормируемая воздухопроницаемость ограждающих конструкций кг / ( $\text{м}^2 \cdot \text{ч}$ ), принимается по [1, табл.9];

Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период,  $n_g$ ,  $\text{ч}^{-1}$ , рассчитывается по суммарному воздухообмену за счет вентиляции и инфильтрации по формуле

$$n_v = [(L_{вент} \cdot n_{вент})/168 + (G_{инф} \cdot n_{инф})/(168 \rho_v^{вент})]/(\beta_v \cdot V_{от}), \quad (6.5)$$

где  $L_{вент}$  – количество приточного воздуха в здание,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$n_{вент}$  – число часов работы вентиляции в течение недели;

168 – число часов в неделе;

$G_{инф}$  – количество инфильтрующегося воздуха в здание через ограждающие конструкции, кг/ч, определяемое по формуле (6.3).

$n_{инф}$  – число часов учета инфильтрации в течение недели, ч, равное 168 для зданий со сбалансированной приточно-вытяжной вентиляцией и  $(168 - n_{вент})$  для зданий, в помещениях которых поддерживается подпор воздуха во время действия приточной механической вентиляции;

$V_{от}$  – отапливаемый объем здания, равный объему, ограниченному внутренними поверхностями наружных ограждений зданий,  $\text{м}^3$ ;

$\beta_v$  – коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций. При отсутствии данных принимать  $\beta_v = 0,85$  [1, п.Г.2];

$\rho_v^{вент}$  – средняя плотность приточного воздуха за отопительный период,  $\text{кг}/\text{м}^3$ , рассчитываемая по формуле

$$\rho_v^{вент} = \frac{353}{273 + t_{от}}, \quad (6.6)$$

где  $t_{от}$  – средняя температура наружного воздуха за отопительный период,  $^{\circ}\text{C}$ .

Количество приточного воздуха в здание при неорганизованном притоке  $L_{вент}$ , м<sup>3</sup>/ч, принимается равным [1, п. Г.4]:

а) для жилых зданий с расчетной заселенностью квартир менее 20 м<sup>2</sup> общей площади на человека –  $3 A_{ж}$ ;

б) для других жилых зданий –  $0,35h_{эт} A_{жс}$ , но не менее  $30m$ ; где  $m$  - расчетное число жителей в здании;

в) для общественных и административных зданий принимают условно: для административных зданий, офисов, складов и супермаркетов –  $4 A_p$ ; для магазинов шаговой доступности, учреждений здравоохранения, комбинатов бытового обслуживания, спортивных арен, музеев и выставок –  $5 A_p$ ; для детских дошкольных учреждений, школ, среднетехнических и высших учебных заведений –  $7 A_p$ ; для физкультурно-оздоровительных и культурно-досуговых комплексов, ресторанов, кафе, вокзалов –  $10A_p$ ,

где  $A_{жс}$ ;  $A_p$  – для жилых зданий – площадь жилых помещений, к которым относятся спальни, детские, гостиные, кабинеты, библиотеки, столовые, кухни-столовые; для общественных и административных зданий – расчетная площадь, определяемая как сумма площадей всех помещений, за исключением коридоров, тамбуров, переходов, лестничных клеток, лифтовых шахт, внутренних открытых лестниц и пандусов, а также помещений, предназначенных для размещения инженерного оборудования и сетей, м<sup>2</sup>;

$h_{эт}$  – высота этажа от пола до потолка, м;

В случаях, когда здание состоит из нескольких зон с различным воздухообменом, средние кратности воздухообмена находятся для каждой зоны в отдельности (зоны, на которые разделено здание, должны составлять весь отапливаемый объем). Все полученные средние кратности воздухообмена суммируются, и суммарный коэффициент подставляется в формулу (6.8) для расчета удельной вентиляционной характеристики здания. Например, для жилого здания со встроенными общественными помещениями удобно среднюю кратность воздухообмена  $n_b$  рассчитывать как сумму кратностей воздухообмена для жилой  $n_{в1}$ , общественной частей зданий  $n_{в2}$  и лестнично-лифтового узла (ЛЛУ)  $n_{в3}$ :

$$n_b = n_{в1} + n_{в2} + n_{в3} . \quad (6.7)$$

Удельную вентиляционную характеристику здания  $k_{вент}$ , Вт/(м<sup>3</sup> °С), следует определять по формуле [1, ф. (Г.2)]

$$k_{вент} = 0,28c n_b \beta_v \rho_v^{вент} (1 - k_{эф}), \quad (6.8)$$

где  $c$  – удельная теплоемкость воздуха, равная 1 кДж/(кг °С);

$\beta_v \rho_v^{вент}$  – см. ф (6.5)

$n_b$  – средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период, ч<sup>-1</sup>, см. ф (6.5);

$k_{эф}$  – коэффициент эффективности рекуператора.

Пример расчета удельной вентиляционной характеристики здания приведен в [1, прил. Р, п.Р.4.2].

## 7. РАСЧЕТ УДЕЛЬНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЙ В ЗДАНИЕ ОТ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ

Средняя за отопительный период величина солнечной радиации, приходящаяся на вертикальные ограждения, определяется «по методике свода правил» [1, п. Г.6]. В упомянутом абзаце видимо имеется в виду свод правил СП 23-101-2004 [5], в соответствии с которым суммарная (прямая, рассеянная и отраженная) солнечная радиация на вертикальную поверхность (стены и окна)  $I_j$ , МДж/м<sup>2</sup>, при действительных условиях облачности за отопительный период определяется по формуле [5, ф. (В.2)] (следует отметить, что в [5, ф. (В.2)] величина  $I_j$  обозначена как  $Q_j^{ver}$ )

$$I_j = \sum_{i=1}^m \left( S_i^{hor} k_{ij} + D_i^{hor} / 2 + Q_i^{hor} A_i^{cal} / 200 \right), \quad (7.1)$$

где  $S_i^{hor}$ ,  $D_i^{hor}$  – прямая и рассеянная солнечная радиация на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности в  $i$ -м месяце отопительного периода, МДж/м<sup>2</sup>, принимаются по данным [6, табл.1.8, 1.9] или аналогичным данным более поздних выпусков климатических справочников;

$m$  – число месяцев отопительного периода со среднесуточной температурой наружного воздуха, равной и ниже 8°C;

$Q_i^{hor}$  – суммарная солнечная радиация на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности для  $i$ -го месяца отопительного периода МДж/м<sup>2</sup>, принимается по данным [6, табл.1.10] или аналогичным данным более поздних выпусков климатических справочников;

$A_i^{cal}$  – альbedo деятельной поверхности в  $i$ -м месяце отопительного периода, %, принимается по данным [6, табл.1.10];

$k_{ij}$  – коэффициент пересчета прямой солнечной радиации с горизонтальной поверхности на вертикальную  $i$ -го месяца отопительного периода для  $j$ -й ориентации, принимается по данным [6, табл. В.2].

$m$  – число месяцев отопительного периода со среднесуточной температурой наружного воздуха, равной и ниже 8°C, определяемое по методу, изложенному в [7, п.1.2.4].

Результаты расчета значений средних за отопительный период величин солнечной радиации сводим в табл. 7.1

Таблица 7.1

**Расчетные характеристики солнечной радиации для определения количества суммарной солнечной радиации на вертикальную поверхность**

Месяцы отопительного периода	$S_i^{hor}$ $\frac{\text{МДж}}{\text{м}^2}$	$k_{ij}$				$D_i^{hor}$ $\frac{\text{МДж}}{\text{м}^2}$	$Q_i^{hor}$ $\frac{\text{МДж}}{\text{м}^2}$	$A_i^{cal}$ %	$I_j, \text{МДж/м}^2,$			
		С	Ю	З	В				С	Ю	З	В
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
январь												
февраль												
...												
Итого за отопительный период $I_j =$												

Используя полученные в табл.7.1 значения  $I_j$ , рассчитываем теплопоступления от солнечной радиации через окна и фонари в течение отопительного периода  $Q_{рад}^{zod}$ , МДж/год, по формуле [1, ф. (Г.8)].

$$Q_{рад}^{zod} = \tau_{1ок} \tau_{2ок} (A_{ок1} I_1 + A_{ок2} I_2 + A_{ок3} I_3 + A_{ок4} I_4) + \tau_{1фон} \tau_{2фон} A_{фон} I_{гор}, \quad (7.2)$$

где  $\tau_{1ок}$ ,  $\tau_{1фон}$  – коэффициенты относительного проникания солнечной радиации для светопропускающих заполнений соответственно окон и зенитных фонарей, принимаемые по паспортным данным соответствующих светопропускающих изделий, при отсутствии данных можно принимать по [4, табл.Л.1], при этом следует учитывать, что эти коэффициенты в упомянутой таблице обозначены, как  $k$ ;

$\tau_{2ок}$ ,  $\tau_{2фон}$  - коэффициенты, учитывающие затенение светового проема соответственно окон и зенитных фонарей непрозрачными элементами заполнения, принимаемые по проектным данным, при отсутствии данных можно принимать по [4, табл.Л.1], при этом следует учитывать, что эти коэффициенты в упомянутой таблице обозначены, как  $\tau$ ;

$A_{ок1}$ ,  $A_{ок2}$ ,  $A_{ок3}$ ,  $A_{ок4}$  – площадь световых проемов фасадов здания, соответственно ориентированных по четырем направлениям,  $\text{м}^2$ , (глухая часть балконных дверей исключается);

$A_{фон}$  – площадь световых проемов зенитных фонарей здания,  $\text{м}^2$ ;

$I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ ,  $I_4$  – средняя за отопительный период величина солнечной радиации на вертикальные поверхности при действительных условиях облачно-



сти, соответственно ориентированная по четырем фасадам здания, МДж/м<sup>2</sup>, по результатам табл.7.1;

$I_{гор} (Q_i^{hor})$  – средняя за отопительный период величина солнечной радиации на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности, МДж/м<sup>2</sup>;

Удельная характеристика теплопоступлений в здание от солнечной радиации рассчитываются по формуле

$$k_{рад} = \frac{11,6Q_{рад}^{год}}{(V_{от} ГСОП)}, \quad (7.3)$$

где  $Q_{рад}^{год}$  – теплопоступления через окна и фонари от солнечной радиации в течение отопительного периода, МДж/год, ф.(7.2);

$V_{от}$  – отапливаемый объем здания, м<sup>3</sup>;

$ГСОП$  – градусо-сутки отопительного периода, °С·сут/год.

## 8. КОМПЛЕКСНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАСХОДА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

Комплексные показатели расхода тепловой энергии в составе энергетического паспорта, приводятся в виде табл.8.1 [1, прил. Д]. Ниже таблицы приведены пояснению по определению комплексных показателей.

Таблица 8.1

### Комплексные показатели расхода тепловой энергии

Показатель	Обозначение показателя и единица измерения	Значения показателя
29 Расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$q_{от}^p$ , Вт/(м <sup>3</sup> ·°С)	
30 Нормируемая удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$q_{от}^{тр}$ , Вт/(м <sup>3</sup> ·°С)	
31 Класс энергосбережения		
32 Соответствует ли проект здания нормативному требованию по теплозащите		

Расчетную удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания,  $q_{от}^p$ , Вт/(м<sup>3</sup>·°С), следует определять по формуле [1, ф. (Г.1)]

$$q_{от}^p = [k_{об} + k_{вент} - (k_{быт} + k_{рад}) \nu \zeta] (1 - \xi) \beta_h, \quad (8.1)$$

где  $k_{об}$  – удельная теплозащитная характеристика здания, Вт/(м<sup>3</sup> °С), (см.п. 5);

$k_{вент}$  – удельная вентиляционная характеристика здания, Вт/(м<sup>3</sup> °С) (см.п. 6);

$k_{быт}$  – удельная характеристика бытовых тепловыделений здания, Вт/(м<sup>3</sup> °С), (см.ф. (8.2));

$k_{рад}$  – удельная характеристика теплопоступлений в здание от солнечной радиации, Вт/(м<sup>3</sup> °С), (см.п. 7);

$\xi$  – коэффициент, учитывающий снижение теплопотребления жилых зданий при наличии поквартирного учета тепловой энергии на отопление, принимается до получения статистических данных фактического снижения  $\xi = 0,1$ ;

$\beta_h$  – коэффициент, учитывающий дополнительное теплопотребление системы отопления, связанное с дискретностью номинального теплового потока номенклатурного ряда отопительных приборов, их дополнительными теплопотерями через радиаторные участки ограждений, повышенной температурой воздуха в угловых помещениях, теплопотерями трубопроводов, проходящих через неотапливаемые помещения :

- для многосекционных и других протяженных зданий  $\beta_h = 1,13$ ;

- для зданий башенного типа  $\beta_h = 1,11$ ;

- для зданий с отапливаемыми подвалами или чердаками  $\beta_h = 1,07$ ;

- для зданий с отапливаемыми подвалами и чердаками, а также с квартирными генераторами теплоты  $\beta_h = 1,05$ ;

$\nu$  – коэффициент снижения теплопоступлений за счет тепловой инерции ограждающих конструкций, рекомендуемые значения определяются по соотношениям  $\nu = 0,7 + 0,000025(GCOP - 1000)$ ;

$\zeta$  – коэффициент эффективности авторегулирования подачи теплоты в системах отопления; рекомендуемые значения:

$\zeta = 1$  – в однотрубной системе с термостатами и с пофасадным авторегулированием на вводе или поквартирной горизонтальной разводкой;

$\zeta = 0,95$  – в двухтрубной системе отопления с термостатами и с центральным авторегулированием на вводе;

$\zeta = 0,9$  – в однотрубной системе с термостатами и с центральным авторегулированием на вводе или в однотрубной системе без термостатов и с пофасадным авторегулированием на вводе, а также в двухтрубной системе отопления с термостатами и без авторегулирования на вводе;

$\zeta = 0,85$  – в однотрубной системе отопления с термостатами и без авторегулирования на вводе;

$\zeta = 0,7$  – в системе без термостатов и с центральным авторегулированием на вводе с коррекцией по температуре внутреннего воздуха;

$\zeta = 0,5$  – в системе без термостатов и без авторегулирования на вводе -

регулирование центральное в ЦТП или котельной.

Удельную характеристику бытовых тепловыделений здания  $k_{быт}$ , Вт/(м<sup>3</sup>°С), следует определять по формуле [1, ф. (Г.6)]

$$k_{быт} = \frac{q_{быт} \cdot A_{ж}}{V_{ом}(t_e - t_{ом})}, \quad (8.2)$$

$q_{быт}$  – удельная величина бытовых теплопоступлений, Вт/м<sup>2</sup>, принимаемая в соответствии с [4, прил. Г, п.Г.5]:

а) для жилых зданий с расчетной заселенностью квартир менее 20 м<sup>2</sup> общей площади на человека  $q_{быт} = 17$  Вт/м<sup>2</sup>;

б) для жилых зданий с расчетной заселенностью квартир 45 м<sup>2</sup> общей площади и более на человека  $q_{быт} = 10$  Вт/м<sup>2</sup>;

в) для других жилых зданий – в зависимости от расчетной заселенности квартир по интерполяции величины  $q_{быт}$  между 17 и 10 Вт/м<sup>2</sup>;

$t_e, t_{ом}$  – то же что и в формуле (2.1), °С;

$A_{ж}$  – площадь жилых помещений, м<sup>2</sup>;

Нормируемая удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий  $q_{ом}^{mp}$ , Вт/(м<sup>3</sup>°С), определяется по [1, табл. 14] в зависимости от этажности здания и его назначения

Класс энергосбережения здания устанавливается в соответствии с [1, табл. 15] в зависимости от отклонения расчетного значения удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление  $q_{ом}^p$  от нормируемой величины  $q_{ом}^{mp}$ .

Величину отклонения расчетного значения  $q_{ом}$  от нормируемого  $q_{ом}^{mp}$ : определяем по формуле

$$\Delta = \frac{(q_{ом} - q_{ом}^{mp})}{q_{ом}^{mp}} 100 \%, \quad (8.3)$$

Находим полученное значение  $\Delta$  в таблице [1, табл. 15] и определяем класс энергосбережения здания.

## 9. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ ЗДАНИЯ

Энергетические нагрузки здания в составе энергетического паспорта, приводятся в виде табл.9.1[1, прил. Д]. Ниже таблицы приведены пояснению по определению энергетических нагрузок здания.

## Энергетические нагрузки здания

Показатель	Обозначение	Единица измерений	Значения показателя
33 Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$q$	кВт·ч/(м <sup>3</sup> · год)	
34 Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$Q_{от}^{год}$	кВт·ч/(год)	
35 Общие теплопотери здания за отопительный период	$Q_{общ}^{год}$	кВт·ч/(год)	

Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период  $q$ , кВт·ч/(м<sup>3</sup> · год) или кВт·ч/(м<sup>2</sup> · год), определяется по формулам [1, (Г.9), (Г.9а)]

$$q = 0,024 ГСОП q_{от}^p, \text{ кВт·ч/(м}^3 \cdot \text{год)}, \quad (9.1)$$

$$q = 0,024 ГСОП q_{от}^p \cdot h, \text{ кВт·ч/(м}^2 \cdot \text{год)}, \quad (9.1a)$$

где  $ГСОП$  – количество градусо-суток отопительного периода;  $q_{от}^p$  – см. ф.(8.1);  $h$  – средняя высота этажа здания, м;

Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период  $Q_{от}^{год}$ , кВт час/год, определяется по формуле [1, (Г.10)]

$$Q_{от}^{год} = 0,024 ГСОП V_{от} q_{от}^p, \quad (9.1)$$

где  $ГСОП$  – количество градусо-суток отопительного периода,

$V_{от}$  – отапливаемый объем здания, м<sup>3</sup>;

$q_{от}^p$  – расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, Вт/(м<sup>3</sup> °С), рассчитанная по формуле (8.1).

Общие теплопотери здания за отопительный период  $Q_{общ}^{год}$ , кВт ·ч/год, определяются по формуле [1, (Г11)]

$$Q_{общ}^{год} = 0,024 ГСОП V_{от} (k_{об} + k_{вент}), \quad (9.2)$$

где  $ГСОП$ ,  $V_{от}$  – то же, что в формуле (8.3);

$k_{об}$ ,  $k_{вент}$  – см. формулу (8.1).

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Выполнение курсовой работы, связанной с заполнением энергетического паспорта здания способствует формированию у обучающихся нижеперечисленных компетенций.

**Для ФГОС ВО 08.03.01 (уровень подготовки «Бакалавриат»):**

– использование основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применение методов математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-1);

– способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-2);

– умение использовать нормативные правовые документы в профессиональной деятельности (ОПК-8);

– знание нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест (ПК-1);

– способность проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие разрабатываемых проектов и технической документации заданию, стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам (ПК-3);

**Для ФГОС ВО 08.04.01 (уровень подготовки «Магистратура»):**

– способность демонстрировать знания фундаментальных и прикладных дисциплин программы магистратуры (ОПК-4);

– способность осознать основные проблемы своей предметной области, при решении которых возникает необходимость в сложных задачах выбора, требующих использования количественных и качественных методов (ОПК-9);

– способность и готовностью ориентироваться в постановке задачи, применять знания о современных методах исследования, анализировать, синтезировать и критически резюмировать информацию (ОПК-10);

– способность проводить изыскания по оценке состояния природных и природно-техногенных объектов, определению исходных данных для проектирования и расчетного обоснования и мониторинга объектов, патентные исследования, готовить задания на проектирование (ПК-1);

– способность вести техническую экспертизу проектов объектов строительства (ПК-18).

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 50.13330.2012. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий– М.: Минрегион России, 2012 – 96с.
2. СП 131.13330.2012 .Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\* Строительная климатология. – М.: Минрегион России, 2012.– 113 с.
3. ГОСТ 30494-96. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.- М.: Госстрой России, 1999.-8с.
4. СП.230. 1325800.2015 Конструкции ограждающие зданий характеристики теплотехнических неоднородностей – М.: Минстрой России, 2015.– 93с.
5. СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий". – М.: Госстрой России, 2004.– 82с.
6. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3 многолетние данные, части 1 – 6. Выпуски 1-31. –Ленинград: Гидрометеиздат, 1998.
7. Пособие к СНиП 23 - 01 - 99 «Строительная климатология. Справочное пособие к СНиП 23-01-99». М.: НИИ строительной физики РААСН. – 2006. – 46с.

Энергетический паспорт здания

**1. Общая информация**

Дата заполнения (число, месяц, год)	
Адрес здания*	
Разработчик проекта	
Адрес и телефон разработчика*	
Назначение здания, серия	
Этажность, количество секций	
Количество квартир	
Расчетное количество жителей	
Конструктивное решение	

**2. Расчетные условия**

Наименование расчетных параметров	Обозначение	Единица измерения	Расчетное значение
1 Расчетная температура наружного воздуха для проектирования теплозащиты,	$t_n$	°С	
2 Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	$t_{om}$	°С	
3 Продолжительность отопительного периода	$z_{om}$	сут	
4 Градусо-сутки отопительного периода	$ГСОП$	°С*сут	
5 Расчетная температура внутреннего воздуха для проектирования теплозащиты	$t_g$	°С	
6 Расчетная температура чердака	$t_{черд}$	°С	
7 Расчетная температура воздуха в техническом подполье	$t_{под}$	°С	

**3. Показатели геометрические**

Показатель	Обозначение и единица измерения	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
8 Сумма площадей этажей здания	$A_{om}, м^2$		

9 Площадь жилых помещений	$A_{жк}, \text{м}^2$		
10 Расчетная площадь (общественных зданий)	$A_p, \text{м}^2$		
11 Отапливаемый объем здания	$V_{от}, \text{м}^3$		
12 Коэффициент остекленности фасада здания	$f$		
13 Показатель компактности здания	$K_{комп}, \text{м}^{-1}$		
14 Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания, в том числе:			
– фасадов	$A_{фас}, \text{м}^2$		
– стен (раздельно по типу конструкции)	$A_{ст1}, \text{м}^2$ $A_{ст2}, \text{м}^2$ ...		
– окон и балконных дверей (раздельно по типу конструкции)	$A_{ок1}, \text{м}^2$		
– окон лестнично-лифтовых узлов	$A_{ок2}, \text{м}^2$		
– чердачных перекрытий	$A_{черд.}, \text{м}^2$		
– перекрытий цокольных	$A_{цок.}, \text{м}^2$		
– окон по сторонам света:			
– север	$A_{с.ок.}, \text{м}^2$		
– юг	$A_{ю.ок.}, \text{м}^2$		
– запад	$A_{з.ок.}, \text{м}^2$		
– восток	$A_{в.ок.}, \text{м}^2$		
входных дверей	$A_{дв2}, \text{м}^2$		

#### 4. Показатели теплотехнические

Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормируемое значение	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
15 Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений, в том числе:				
стен (раздельно по типу конструкции)	$R_{ст}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$	-		
покрытий (чердачных перекрытий)	$R_{покp}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$	-		
перекрытий подвала	$R_{подв}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$	-		



ОКОН	$R_{ок}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$	-		
ВХОДНЫХ ДВЕРЕЙ	$R_{дв}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$	-		
И Т. Д*				

### 5. Показатели вспомогательные

Показатель	Обозначение показателя и единица измерения	Нормируемое значение показателя	Расчетное проектное значение показателя
16 Общий коэффициент теплопередачи здания	$K_{общ}, \text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$		
17 Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период при удельной норме воздухообмена	$n_v, \text{ч}^{-1}$		
18 Удельные бытовые тепловыделения в здании	$q_{быт}, \text{Вт}/\text{м}^2$		
19 Тарифная цена тепловой энергии для проектируемого здания	$C_{тепл}, \text{руб}/\text{кВт}\cdot\text{ч}$		

### 6. Удельные характеристики

20 Удельная теплозащитная характеристика здания	$k_{об}, \text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$		
21 Удельная вентиляционная характеристика здания	$k_{вент}, \text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$		
22 Удельная характеристика бытовых тепловыделений здания	$k_{быт}, \text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$		
23 Удельная характеристика тепlopоступлений в здание от солнечной радиации	$k_{рад}, \text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$		

### 7. Коэффициенты

Показатель	Обозначение показателя и единица измерения	Значения показателя
24 Коэффициент эффективности авторегулирования отопления	$\zeta$	
25 Коэффициент, учитывающий снижение тепlopотребления жилых зданий при наличии поквартирного учета тепловой энергии на отопление	$\xi$	
26 Коэффициент эффективности рекуператора	$k_{эф}$	

27 Коэффициент, учитывающий снижение использования теплоступлений в период превышения их над теплотерями	$\nu$	
28 Коэффициент учета дополнительных теплотер системы отопления	$\beta_h$	

### 8. Комплексные показатели расхода тепловой энергии

Показатель	Обозначение показателя и единица Измерения	Значения показателя
29 Расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$q_{от}^p$ , Вт/(м <sup>3</sup> *°С)	0,47
30 Нормируемая удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$q_{от}^{тр}$ , Вт/(м <sup>3</sup> *°С)	0,29
31 Класс энергосбережения	Е	низкий
32 Соответствует ли проект здания нормативному требованию по теплотер		НЕТ

### 9. Энергетические нагрузки здания

Показатель	Обозначение	Единица измерений	Значения показателя
33 Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	q	кВт*ч/(м <sup>3</sup> · год)	
34 Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$Q_{от}^{год}$	кВт*ч/(год)	
35 Общие теплотери здания за отопительный период	$Q_{общ}^{год}$	кВт*ч/(год)	

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ.....	3
2. РАСЧЕТНЫЕ УСЛОВИЯ.....	3
3. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ.....	5
4. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ.....	6
5. РАСЧЕТ УДЕЛЬНОЙ ТЕПЛОЗАЩИТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	7
6. РАСЧЕТ УДЕЛЬНОЙ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	12
7. РАСЧЕТ УДЕЛЬНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЙ В ЗДАНИЕ ОТ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ.....	15
8. КОМПЛЕКСНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАСХОДА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ.....	17
9. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ ЗДАНИЯ.....	20
Библиографический список .....	22
Приложение. Энергетический паспорт здания.....	23

## **Энергетический паспорт здания**

*Методические указания  
к выполнению курсовой работы  
для студентов всех форм обучения  
направления 08.03.01 «Строительство» (квалификация «Бакалавр»)  
и 08.04.01 «Строительство» (квалификация «Магистр»)*

Составитель Кононова Марина Сергеевна

Подписано в печать 16.02. 2017. Формат 60×84 1/16. Уч.-изд. л. 1,8.  
Усл.-печ. л. 1,9. Бумага писчая. Тираж 100 экз. Заказ № \_\_\_\_\_.

---

Отпечатано: отдел оперативной полиграфии  
издательства учебной литературы и учебно-методических пособий  
Воронежского ГТУ  
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84