

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

---

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства»  
(ПГУАС)

## **РАСЧЕТ ТЕПЛОПOTЕРЬ НАРУЖНЫМИ ОГРАЖДЕНИЯМИ ПОМЕЩЕНИЙ**

Методические указания  
для самостоятельной работы

Под общей редакцией доктора технических наук,  
профессора Ю.П. Скачкова

Пенза 2015

УДК 697  
ББК 38.762.я73  
Р24

*Методические указания подготовлены в рамках проекта  
«ПГУАС – региональный центр повышения качества подготовки  
высококвалифицированных кадров для строительной отрасли»  
(конкурс Министерства образования и науки Российской Федерации –  
«Кадры для регионов»)*

Рекомендовано Редсоветом университета

Рецензент – кандидат технических наук, доцент  
кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция» К.О. Чичиров (ПГУАС)

**Расчет** теплопотерь наружными ограждениями помещений: методические указания к / А.А. Кузьмишкин; О.А. Захаров; под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Ю.П. Скачкова – Пенза: ПГУАС, 2015. – 11 с.

Рассмотрены основы расчёта средств обеспечения теплового режима зданий, порядок теплотехнической оценки ограждающих конструкций и методика проектирования строительных ограждений. Приведены методические рекомендации по расчёту теплопотерь через наружные ограждения.

Методические указания подготовлены на кафедре «Теплогазоснабжение и вентиляция» и базовой кафедре ПГУАС при ООО «Гелиос» и предназначены для использования обучающимися по программе переподготовки «Инженерное обеспечение зданий и сооружений».

© Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства, 2015  
© Кузьмишкин А.А., Захаров О.А., 2015

## ВВЕДЕНИЕ

В тех помещениях, где пребывают или работают люди (жилые, общественные и другие здания), требуется поддерживать необходимый микроклимат.

Особое внимание уделяется обеспечению теплового режима в зданиях в периоды резких похолоданий и надежной работе отопительно-вентиляционного оборудования.

Организм способен к терморегуляции. Но ещё в 1884 году И.Д. Флавицкий указывал, что лишь требуемое совокупное воздействие температуры  $t_v$ , влажности  $\phi_v$ , скорости окружающего воздуха  $v_v$  и температур внутренних поверхностей  $t_{вп}$  – ограждений, мебели – обеспечивает комфортность среды.

## РАСЧЕТ ТЕПЛОПОТЕРЬ НАРУЖНЫМИ ОГРАЖДЕНИЯМИ ПОМЕЩЕНИЙ

В отапливаемых зданиях при наличии разности температур между внутренним и наружным воздухом постоянно происходят потери тепла через ограждающие конструкции: наружные стены, покрытия, полы и проемы (окна, двери). Системы отопления должны восполнять эти потери для поддержания в помещениях внутренней температуры, требуемой санитарными нормами [1].

### Расчет теплопотерь

Потери тепла (основные и добавочные) определяются для каждого отапливаемого помещения (кроме санузлов) и лестничных клеток последовательно через отдельные ограждения.

Результаты расчёта теплопотерь сводятся в табл. 1.

Заполнение табл.13 производится следующим образом (по графам).

**Графа 1.** Каждое помещение нумеруется трехзначной цифрой, в которой первая цифра номера означает этаж, на котором находится помещение; вторая и третья – номер помещения на этаже.

Нумерация помещений начинается с верхнего левого угла по ходу часовой стрелки.

Лестничные клетки обозначаются большими буквами русского алфавита: А, Б и т.д.

**Графа 2.** Внутренняя температура воздуха в помещениях различного назначения принимается согласно [4].

В угловых помещениях расчётную температуру воздуха следует принимать на 2 °С выше. При наличии двух и более наружных стен добавка, равная 0,05, не учитывается, если температура внутреннего воздуха в угловых помещениях повышена на 2 °С [1].

**Графа 3.** Наименования ограждений обозначаются следующим образом:

НС – наружная стена;

ДО – двойное остекление;

ТО – тройное остекление;

ПЛ – полы;

ПТ – потолок;

ДН – дверь наружная.

Для помещений 1-го этажа теплопотери определяются через наружные стены, остекление, полы. Для помещений промежуточного этажа – через наружную стену, остекление. Для помещений верхнего этажа – через наружную стену, остекление, потолок.

Таблица 1

## Ведомость расчёта теплотерь помещений

1	2	Характеристика ограждения				7	8	9	10	Дополнительные теплотери, Вт			14	15	16	17	18
		3	4	5	6					11	12	13					
Номер помещения и его наименование	Температура внутреннего воздуха $t_b$ , °С	Наименование ограждения	Ориентация	Размеры $a \times b$ , м	Площадь $A$ , м <sup>2</sup>	Расчетная разность температур $t_a - t_b$ , °С	Коэффициент $n$	Коэффициент теплопередачи ограждения $k$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)	Основные теплотери, Вт, $Q_0 = k \cdot A \cdot (t_a - t_b) \cdot n$	С учетом ориентации $\beta_1$	При наличии двух и более стен $\beta_2$	На открывание дверей $\beta_3$	$1 + \Sigma \beta$	Теплотери с учетом добавок $Q_{об}$ , Вт	Расход теплоты на нагревание infiltrating воздуха $Q_{у}$ , Вт	Бытовые тепловые выделения $Q_{б}$ , Вт	Полные теплотери $\Sigma Q_{полн}$ , Вт

Теплопотери для лестничной клетки определяются для всех этажей сразу, через все ограждающие конструкции.

Графа 4. Наименования сторон света обозначаются сокращенно: С, СВ, СЗ, Ю, ЮЗ, ЮВ, В, З.

Графа 5. Обмер площадей наружных ограждений при подсчете потерь тепла через них должен выполняться с соблюдением определенных правил. Площади измеряются путём внешнего обмера:

- площади окон (ТО), дверей (ДН) – по наименьшему строительному проему (рис. 1);

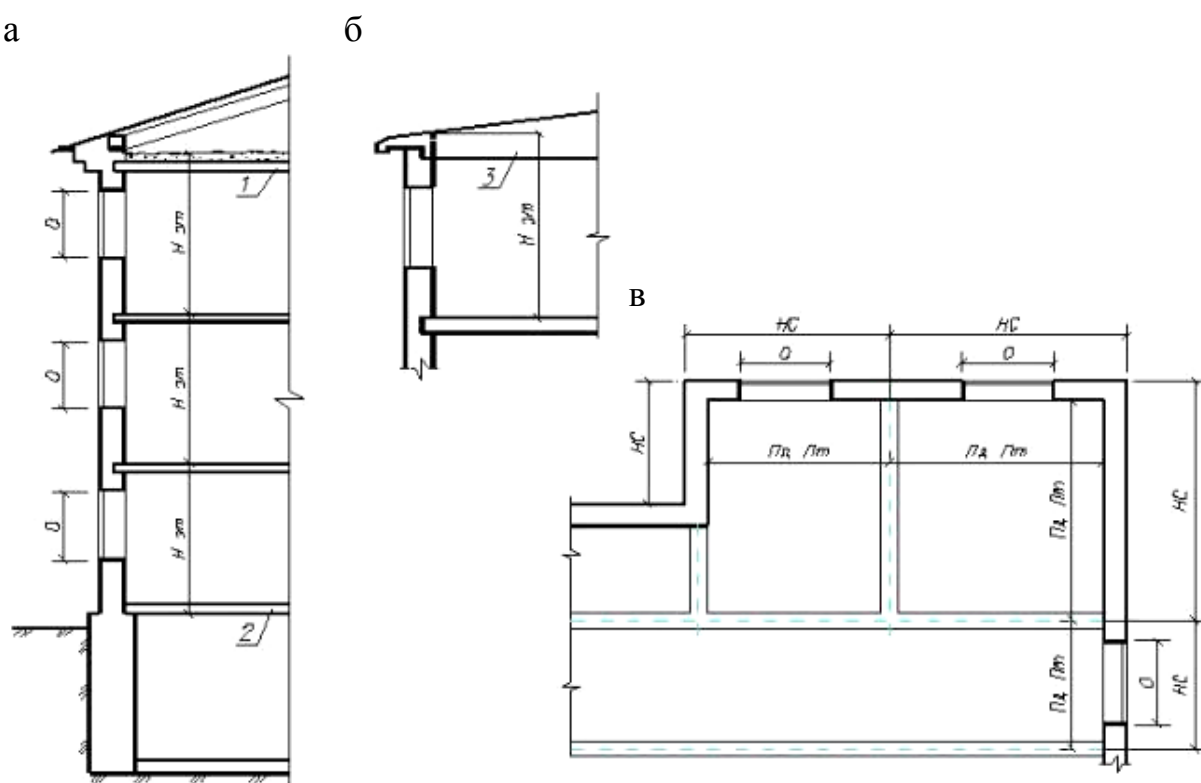


Рис. 1. Обмер площадей в плане и по высоте:  
 а – чердачное перекрытие; б – пол над неотапливаемым подпольем;  
 в – бесчердачное покрытие

- площади потолка (ПТ) и пола (ПЛ) – между осями внутренних стен и внутренней поверхностью наружной стены (рис. 1,в);

- площади наружных стен (НС):

а) на плане – по внешнему периметру между наружным углом и осями внутренних стен (см. рис. 1, в);

б) по высоте: на первом этаже (в зависимости от конструкции пола)

- от нижней поверхности перекрытия над подпольем до чистого пола второго этажа; на средних этажах – от поверхности пола до следующего этажа; на верхнем этаже – от поверхности пола до верха конструкции чердачного перекрытия или бесчердачного покрытия (рис. 1, б).

При заполнении графы 5 необходимо значения площадей санузлов и коридоров прибавлять к соответствующим расчётным площадям смежных помещений.

Графа 7. В графу 7 выносится расчётная разность температур между внутренней температурой помещения и температурой наружного воздуха:  $(t_{в} - t_{н})$ , где  $t_{н}$  – температура наружного воздуха в холодный период года.

Графа 8. Коэффициент  $n$  определяется по [4].

Графа 9. Коэффициент теплопередачи  $k$  принимается по результату теплотехнического расчёта.

Коэффициент теплопередачи для окон и дверей рассчитывается по формуле

$$k''_{\text{ок(дв)}} = k_{\text{ок(дв)}} - k_{\text{ст}}.$$

Графа 10. Основные теплотери, Вт, вычисляются по формуле и записываются в графу 10 табл. 4 с точностью до 10 Вт:

$$Q = k \cdot A \cdot (t_{в} - t_{н}) \cdot n. \quad (8)$$

Графа 11. Величины добавок на ориентацию стен, дверей и световых проемов по сторонам света берутся из рис. 2.

Графа 12. При наличии двух и более стен принимается добавка, равная 0,05.

Графа 13. Добавка на поступление холодного воздуха через наружные двери при их кратковременном открывании с учётом высоты здания  $H$ , м, принимается:

– для двойных дверей с тамбуром

$$\beta = 0,27H. \quad (9)$$

Эта добавка относится к теплотерям дверей и учитывает потребность в расходе тепла на подогрев врывающегося через открытые двери наружного воздуха. Добавка не учитывается, если дверь является летней или запасной.

Графа 14. В графу вносится общий множитель  $(1 + \sum \beta)$ .

Графа 15. В графу записывается произведение значений граф 10 и 14.

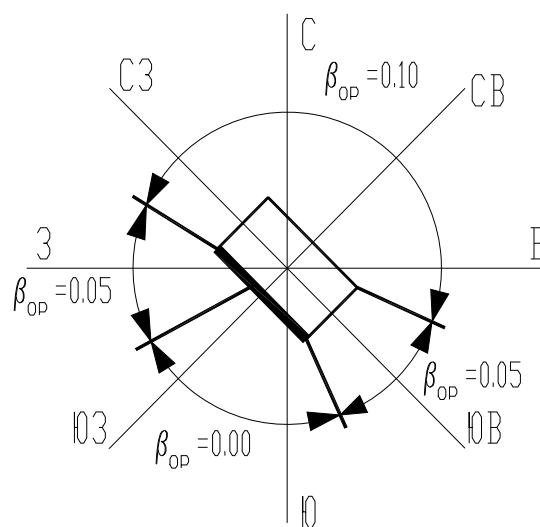


Рис. 2. Добавка на ориентацию стен

Графа 16. Теплотери на инфильтрацию для жилых зданий следует рассчитывать по формуле

$$Q_{\text{и}} = 0,28 \cdot L \cdot \rho \cdot c \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \cdot k_{\text{н}}, \quad (10)$$

где  $L$  – расход удаляемого воздуха, не компенсируемый приточным воздухом; определяется из расчёта 3 м<sup>3</sup>/ч на 1 м<sup>2</sup> площади жилых помещений и кухни,  $L = 3 \cdot A_{\text{пола}}$ ;

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

$k_{\text{н}}$  – коэффициент, учитывающий влияние встречного теплового потока в конструкциях, равный:

0,7 – для стыков панелей стен и окон с тройными переплетами;

0,8 – для стыков панелей стен и окон с тройными переплетами;

0,8 – для окон и балконных дверей с отдельными переплетами;

1,0 – для одинарных окон, окон и балконных дверей со спаренными переплетами, открытых проемов;

$\rho$  – плотность наружного воздуха, кг/м<sup>3</sup>.

Т а б л и ц а 2

Плотность воздуха в зависимости от температуры

$t, ^\circ\text{C}$	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$\rho, \text{кг/м}^3$	1,248	1,243	1,239	1,235	1,230	1,226	1,222	1,217	1,213	1,209	1,205
$t, ^\circ\text{C}$	21	22	23	24	25	26	27	-10	-11	-12	-13
$\rho, \text{кг/м}^3$	1,201	1,197	1,193	1,189	1,185	1,181	1,177	1,242	1,348	1,358	1,363
$t, ^\circ\text{C}$	-14	-15	-15	-17	-18	-19	-20	-21	-22	-23	-24
$\rho, \text{кг/м}^3$	1,363	1,368	1,374	1,379	1,385	1,394	1,396	1,401	1,406	1,412	1,418
$t, ^\circ\text{C}$	-25	-26	-27	-28	-29	-30	-31	-32	-33	-34	-35
$\rho, \text{кг/м}^3$	1,423	1,429	1,435	1,441	1,447	1,453	1,459	1,465	1,471	1,477	1,483
$t, ^\circ\text{C}$	-36	-37	-38	-39	-40	-41	-42	-43	-44	-45	
$\rho, \text{кг/м}^3$	1,489	1,496	1,502	1,509	1,515	1,523	1,528	1,535	1,542	1,549	

Графа 17. Бытовые тепловыделения определяются из расчёта 21 Вт на 1 м<sup>2</sup> площади пола по формуле

$$Q_{\text{быт}} = 21A_{\text{п}}, \quad (11)$$

где  $A_{\text{п}}$  – площадь пола, м<sup>2</sup>.



Графа 18. Полные теплотери помещений, Вт, вычисляются по формуле

$$Q_{\text{пол}} = \sum Q_{\text{об}} + Q_{\text{и}} - Q_{\text{быт}}, \quad (12)$$

где  $\sum Q_{\text{об}}$  – основные теплотери в помещении, Вт;  
 $Q_{\text{и}}$  – теплотери на инфильтрацию в жилых зданиях, Вт;  
 $Q_{\text{быт}}$  – бытовые тепловыделения, Вт.

Далее суммируются значения полных теплотерь всех помещений рассчитываемого здания.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ ТЕПЛОВОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗДАНИЯ

Для теплотехнической оценки объемно-планировочных и конструктивных решений и ориентировочного расчёта теплотерь здания используют показатель – удельную тепловую характеристику здания  $q_{\text{уд}}$ , Вт/(м<sup>2</sup>·°С), которая при известных теплотерях здания равна:

$$q_{\text{уд}} = \frac{Q_{\text{зд}}}{\alpha \cdot V_{\text{н}} \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}, \quad (13)$$

где  $Q_{\text{зд}}$  – ориентировочная потеря тепла всем зданием, Вт;  
 $\alpha$  – коэффициент, учитывающий влияние климатических условий на удельную тепловую характеристику;  
 $V_{\text{н}}$  – строительный объем зданий, м<sup>3</sup>, принимаемый по его наружным габаритам;  
 $t_{\text{в}}$  – преобладающая внутренняя температура, °С;  
 $t_{\text{н}}$  – расчётная температура наружного воздуха, °С.

Т а б л и ц а 3

Значение коэффициента  $\alpha$  для жилых зданий

Средняя температура наиболее холодной пятидневки $t_{\text{х.п.}}$ , °С	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50
Поправочный коэффициент	1,45	1,29	1,17	1,08	1	0,95	0,9	0,86	0,83

Величину  $q_{\text{уд}}$  сравнивают со средними значениями удельной тепловой характеристики аналогичных зданий, приведёнными в табл.4. Она не должна отличаться от справочной величины  $q_{\text{уд}}$  больше, чем на  $\pm 15\%$ .

## Удельные тепловые характеристики жилых зданий

Здания	Объем зданий, тыс. м <sup>3</sup> , до				
	3	5	10	15	20
Жилые здания	0,49	0,44	0,39	0,36	0,34

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Отопление и вентиляция [Текст] / В.Н. Богословский [и др.]. – М.: Стройиздат, 1991.
2. Тихомиров, К.В. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция [Текст] / К.В. Тихомиров, Е.С. Сергиенко. – М.: ООО «БАСТЕТ», 2009.
3. Справочник проектировщика [Текст] / под ред. И.Г. Староверова. – М.: Стройиздат, 1990. Ч.1.
4. Еремкин, А.И. Тепловой режим зданий [Текст]: учеб. пособие / А.И. Еремкин, Т.И. Королева. – Ростов н/Д: Феникс, 2008.
5. Отопление, вентиляция и кондиционирование [Текст]: СНиП 41-01–2003. . – М.: Госстрой России, 2004.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
РАСЧЕТ ТЕПЛОПOTЕРЬ НАРУЖНЫМИ ОГРАЖДЕНИЯМИ ПОМЕЩЕНИЙ.....	4
ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ ТЕПЛОВОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗДАНИЯ .....	9
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	10

Учебное издание

Кузьмишкин Алексей Александрович  
Захаров Олег Александрович

РАСЧЕТ ТЕПЛОПOTЕРЬ НАРУЖНЫМИ  
ОГРАЖДЕНИЯМИ ПОМЕЩЕНИЙ

Методические указания  
для самостоятельной работы

Под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Ю.П. Скачкова

В авторской редакции  
Верстка Т.Ю. Симутина

---

Подписано в печать 6.07.15. Формат 60x84/16.  
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.  
Усл.печ.л. 0,63. Уч.-изд.л. 0,68. Тираж 80 экз.  
Заказ № 273.

---

Издательство ПГУАС.  
440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28.