

Система нормативных документов в строительстве  
СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ**

**СНиП 23-02**

ИЗДАНИЕ ОФИЦИАЛЬНОЕ

МИНИСТЕРСТВО РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Москва

2011

Система нормативных документов в строительстве  
СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ**  
**THERMAL PERFORMANCE OF THE BUILDINGS**

**СНиП 23-02**

УДК 697.1

*Дата введения*

**ПРЕДИСЛОВИЕ**

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены федеральным законом от 17 декабря 2002 г. ФЗ № 184 «О техническом регулировании», а правила разработки – постановлением Правительства Российской Федерации от 19 ноября 2008 г. № 858 «О порядке разработки и утверждения сводов правил»

1. РАЗРАБОТАН Научно-исследовательским институтом строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук (НИИСФ РААСН) и др
2. ВНЕСЕН
3. ПОДГОТОВЛЕН К УТВЕРЖДЕНИЮ ФГУ ФЦС
4. УТВЕРЖДЕН
5. ЗАРЕГИСТРИРОВАН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт). Пересмотр СП

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение

1 Область применения

2 Нормативные ссылки

3 Термины и определения.

4 Общие положения, классификация

5 Тепловая защита зданий

6 Теплоустойчивость ограждающих конструкций

7 Воздухопроницаемость ограждающих конструкций

8 Защита от переувлажнения ограждающих конструкций

9 Теплоусвоение поверхности полов

10. Оценка энергетической эффективности зданий

11 Требования к энергетическому паспорту проекта здания

Приложение А. Перечень нормативных документов, на которые имеются ссылки в тексте.

Приложение Б. Термины и определения.

Приложение В. Карта зон влажности.

Приложение Г. Расчет удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление жилых и общественных зданий.

Приложение Д. Форма для заполнения энергетического паспорта проекта здания.

Приложение Е. Расчет приведенного сопротивления теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания.

Приложение Ж. Расчет удельной теплозащитной характеристики здания.

Приложение И. Оптимизация оболочки здания по окупаемости энергосберегающих мероприятий

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящие строительные нормы и правила устанавливают требования к ограждающим конструкциям в части тепловой защиты зданий, потребления энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период, обеспечения санитарно-гигиенических и оптимальных параметров микроклимата помещений, долговечности ограждающих конструкций зданий.

Требования к тепловой защите зданий и сооружений, а также по потреблению энергии на отопление и вентиляцию, являются важным объектом государственного регулирования как в нашей стране, так и в большинстве стран мира. Эти требования основаны на Указе Президента РФ от 4 июня 2008 г. N 889 "О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики", где поставлена задача снизить энергоёмкость ВВП на 40% по сравнению с 2007 годом и на ФЗ № 261 от 23 ноября 2009 года «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности».

Настоящие нормы затрагивают часть общей задачи энергосбережения в зданиях. Одновременно с созданием эффективной тепловой защиты, в соответствии с другими нормативными документами принимаются меры по повышению эффективности инженерного оборудования зданий, снижению потерь энергии при ее выработке и транспортировке, а также по сокращению расхода тепловой и электрической энергии путем автоматического управления и регулирования оборудования и инженерных систем в целом.

Нормы по тепловой защите зданий гармонизированы с аналогичными зарубежными нормами. Они содержат минимальные требования. В то же время в нормы включен метод экономической оценки решений ограждающих конструкций обеспечивающих превышение минимальных требований. Строительство зданий может быть выполнено с более высокими показателями тепловой защиты, при условии экономического обоснования по сравнению с минимальными требованиями.

Настоящие нормы предусматривают использование показателей энергетической эффективности зданий — удельной теплозащитной характеристики здания и удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий с учетом обеспечения нормативного воздухообмена, теплопоступлений и ориентации зданий, устанавливают их классификацию и правила оценки по показателям энергетической эффективности при проектировании и строительстве.

Нормы обеспечивают повышенный уровень теплозащиты здания по сравнению с обеспечиваемым СНиП 23-02-2003, что достигается за счет дополнительного нормирования теплозащиты при помощи комплексного показателя – удельной теплозащитной характеристики здания. Такое нормирование позволяет обеспечивать повышение теплозащиты без существенного увеличения себестоимости строительства и предоставляет более широкие возможности в выборе технических решений и способов соблюдения нормируемых параметров.

Требования настоящих норм прошли апробацию в ряде регионов Российской Федерации.

Рекомендуемые методы расчета теплотехнических свойств ограждающих конструкций для соблюдения принятых в этом документе норм, справочные материалы и рекомендации по проектированию излагаются в Своде Правил «Проектирование тепловой защиты зданий».

## **1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

Настоящие нормы и правила распространяются на проектирование тепловой защиты строящихся, реконструируемых жилых, общественных, производственных, сельскохозяйственных и складских зданий площадью более 50 м<sup>2</sup> (далее — зданий), в которых необходимо поддерживать определенный температурно-влажностный режим.

Нормы не распространяются на тепловую защиту:

- культовых зданий;
- жилых и общественных зданий, отапливаемых периодически (менее 3-х дней в неделю) или сезонно (непрерывно менее трех месяцев в году);
- временных зданий, находящихся в эксплуатации не более двух отопительных сезонов;
- теплиц, парников и зданий холодильников;
- здания, строения, сооружения, которые в соответствии с законодательством Российской Федерации отнесены к объектам культурного наследия (памятникам истории и культуры);
- строения, сооружения вспомогательного использования;
- отдельно стоящие здания, строения, сооружения, общая площадь которых составляет менее чем пятьдесят квадратных метров.

Уровень тепловой защиты указанных зданий устанавливается соответствующими нормами, а при их отсутствии — по решению собственника (заказчика) при соблюдении санитарно-гигиенических норм.

Настоящие нормы при строительстве и реконструкции существующих зданий, имеющих архитектурно-историческое значение, применяются в каждом конкретном случае с учетом их исторической ценности на основании решений органов власти и согласования с органами государственного контроля в области охраны памятников истории и культуры.

## **2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ**

В настоящих нормах и правилах использованы ссылки на нормативные документы, перечень которых приведен в приложении А.

## **3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

В настоящем документе использованы термины и определения, приведенные в приложении Б.

## **4 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ, КЛАССИФИКАЦИЯ**

**4.1** Проектирование зданий должно осуществляться с учётом требований к ограждающим конструкциям, приведённых в настоящих нормах, в целях обеспечения:

- заданных параметров микроклимата необходимых для жизнедеятельности людей и работы технологического или бытового оборудования;
- тепловой защиты;
- защиты от переувлажнения ограждающих конструкций;
- эффективности расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период;
- необходимой надежности и долговечности конструкций.

Долговечность ограждающих конструкций следует обеспечивать применением материалов, имеющих надлежащую стойкость (морозостойкость, влагостойкость, биостойкость, коррозионную стойкость, стойкость к температурным воздействиям, в том числе циклическим, к другим разрушительным воздействиям окружающей среды), предусматривая в случае необходимости специальную защиту элементов конструкций.

**4.2** В нормах устанавливают требования к:

- приведенному сопротивлению теплопередаче ограждающих конструкций здания;
- удельной теплозащитной характеристике здания;
- ограничению минимальной температуры и недопущению конденсации влаги на внутренней поверхности ограждающих конструкций в холодный период года, за исключением светопрозрачных конструкций с вертикальным остеклением;
- теплоустойчивости ограждающих конструкций в теплый период года и помещений зданий в холодный период года;
- воздухопроницаемости ограждающих конструкций;
- влажностному состоянию ограждающих конструкций;
- теплоусвоению поверхности полов;
- показателю энергетической эффективности здания;
- классу зданий по энергетической эффективности;
- составу Энергетического паспорта.

**4.3** Влажностный режим помещений зданий в холодный период года в зависимости от относительной влажности и температуры внутреннего воздуха следует устанавливать по таблице 1.

Таблица 1 — Влажностный режим помещений зданий.

Режим	Влажность внутреннего воздуха, %, при температуре, °С		
	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

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

Таблица 2 — Условия эксплуатации ограждающих конструкций.

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

**4.5** Оценку энергетической эффективности зданий следует производить в соответствии с разделом 10.

## 5 ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ

**5.1** Теплозащитная оболочка здания должна отвечать следующим требованиям:

- а) приведенные сопротивления теплопередаче отдельных ограждающих конструкций должны быть не меньше нормируемых значений (поэлементные требования);
- б) удельная теплозащитная характеристика здания должна быть не больше нормируемого значения (комплексное требование);
- в) температура на внутренних поверхностях ограждающих конструкций должна быть не ниже минимально допустимых значений (санитарно – гигиеническое требование)

Требования тепловой защиты здания будут выполнены при одновременном выполнении требований а), б) и в).

### Поэлементные требования

**5.2** Нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции,  $R_o^{норм}$ , м<sup>2</sup> °С/Вт, следует определять по формуле:

$$R_o^{норм} = R_o^{мп} \cdot m_p \quad (5.1)$$

Где  $R_o^{мп}$  - базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, м<sup>2</sup> °С/Вт, следует принимать в зависимости от градусо-суток отопительного периода, ГСОП, °С сут/год, региона строительства и определять по табл. 3;

$m_p$  – коэффициент, учитывающий особенности региона строительства принимаемый для стен не менее  $m_p = 0,63$ , для светопрозрачных конструкций не менее  $m_p = 0,95$ , для остальных ограждающих конструкций не менее  $m_p = 0,80$ . Повышение значений коэффициента  $m_p$  для конкретного региона должно быть обосновано экономическим расчетом.

Градусо-сутки отопительного периода, ГСОП, °С·сут/год, определяют по формуле:

$$ГСОП = (t_e - t_{om}) \cdot z_{om} \quad (5.2)$$

где:  $t_{om}$ ,  $z_{om}$  - средняя температура наружного воздуха, °С, и продолжительность, сут./год, отопительного периода, принимаемые по СНиП 23-01 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.

$t_e$  – расчетная температура внутреннего воздуха здания, °С, принимаемая для расчета ограждающих конструкций группы зданий по поз. 1 таблицы 3 по минимальным значениям оптимальной температуры соответствующих зданий по ГОСТ 30494 (в интервале 20—22 °С), для группы зданий по поз. 2 таблицы 3 — согласно классификации помещений и минимальных значений оптимальной температуры по ГОСТ 30494 (в интервале 16—21 °С), зданий по поз. 3 таблицы 3 — по нормам проектирования соответствующих зданий.

**Таблица 3 — Базовые значения требуемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций**

Здания и помещения, коэффициенты $a$ и $b$	Градусо-сутки отопительного периода ГСОП, °С·сут/год	Нормируемые значения сопротивления теплопередаче $R_o^{мп}$ , м <sup>2</sup> ·°С/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	2	3	4	5	6	7
1 Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития	2000	2,1	3,2	2,8	0,3	0,3
	4000	2,8	4,2	3,7	0,45	0,35
	6000	3,5	5,2	4,6	0,6	0,4
	8000	4,2	6,2	5,5	0,7	0,45
	10000	4,9	7,2	6,4	0,75	0,5
	12000	5,6	8,2	7,3	0,8	0,55
$a$	—	0,00035	0,0005	0,00045	—	0,000025
$b$	—	1,4	2,2	1,9	—	0,25
2 Общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые, производственные и другие здания и помещения с влажным или мокрым режимом	2000	1,8	2,4	2,0	0,3	0,3
	4000	2,4	3,2	2,7	0,4	0,35
	6000	3,0	4,0	3,4	0,5	0,4
	8000	3,6	4,8	4,1	0,6	0,45
	10000	4,2	5,6	4,8	0,7	0,5
	12000	4,8	6,4	5,5	0,8	0,55

<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 нормальным 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

#### Примечания

1. Значения  $R_o^{mp}$  для величин ГСОП, отличающихся от табличных, следует определять по формуле

$$R_o^{mp} = a \cdot ГСОП + b,$$

где ГСОП — градусо-сутки отопительного периода, °С·сут/год, для конкретного пункта;

*a*, *b* — коэффициенты, значения которых следует принимать по данным таблицы для соответствующих групп зданий, за исключением графы 6; для группы зданий в поз. 1, где для интервала до 6000 °С·сут/год: *a* = 0,000075, *b* = 0,15; для интервала 6000-8000 °С·сут/год: *a* = 0,00005, *b* = 0,3; для интервала 8000 °С·сут/год и более: *a* = 0,000025; *b* = 0,5.

2. Нормируемое приведенное сопротивление теплопередаче глухой части балконных дверей должно быть не менее чем в 1,5 раза выше нормируемого сопротивления теплопередаче светопрозрачной части этих конструкций.

3.\* Для зданий с избытками явной теплоты более 23 Вт/м<sup>3</sup>, нормируемые значения сопротивления теплопередаче, должны определяться в специальных технических условиях, для каждого конкретного здания.

В случаях, когда наружная или внутренняя температура для отдельных помещений отличается от принятых в расчете ГСОП, базовые значения требуемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций этих помещений, определенные по табл.3 умножаются на коэффициент  $n_t$ , который рассчитывается по формуле:

$$n_t = \frac{t_e^* - t_n^*}{t_e - t_n} \quad (5.3)$$

где  $t_e^*$ ,  $t_n^*$  - температура внутреннего и наружного воздуха для данного помещения, °С.

В случаях реконструкции зданий, для которых по архитектурным или историческим причинам невозможно наружное утепление стен, нормируемое значение сопротивление теплопередаче стен допускается определять по формуле:

$$R_o^{norm} = \frac{(t_e - t_n)}{\Delta t^h \cdot \alpha_e} \quad (5.4)$$

где  $\Delta t^h$  - нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха  $t_e$  и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции -  $t_e$ , °С, принимаемый по табл. 5;

$\alpha_e$  - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м<sup>2</sup>·°С), принимаемый по табл. 4;

$t_n$  - расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, °С, принимаемая равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по СНиП 23-01;

$t_e$  — то же, что в формуле (5.2).

Нормируемое значение сопротивления теплопередаче входных дверей и ворот  $R_o^{norm}$  должно быть не менее 0,6  $R_o^{norm}$  стен зданий, определяемого по формуле (5.4).

Если температура воздуха двух соседних помещений отличается больше, чем на 8°С, то минимально допустимое приведенное сопротивление теплопередаче стены, разделяющей эти помещения, следует определять по формуле (5.4) при  $\Delta t^h=4$  °С и принимая за величину  $t_n$  расчетную температуру воздуха в более холодном помещении.

Расчетную температуру воздуха в теплом чердаке, техническом подполье, остекленной

лоджии или балконе допускается определять на основе расчета теплового баланса по методике свода правил 23-101.

Таблица 4 — Коэффициенты теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции

Внутренняя поверхность ограждения	Коэффициент теплоотдачи $\alpha_e$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·°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
Примечание — Коэффициент теплоотдачи $\alpha_e$ внутренней поверхности ограждающих конструкций животноводческих и птицеводческих зданий следует принимать в соответствии с СНиП 2.10.03.	

**5.3** Для помещений зданий с влажным или мокрым режимом, а также для производственных зданий со значительными избытками теплоты и расчетной относительной влажностью внутреннего воздуха не более 50% нормируемое значение сопротивления теплопередаче определяется по формуле (5.4).

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

Здания и помещения	Нормируемый температурный перепад $\Delta t^H$ , °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	$t_e - t_p$
2. Общественные, кроме указанных в поз. 1, административные и бытовые, за исключением помещений с влажным или мокрым режимом	4,5	4,0	2,5	$t_e - t_p$
3. Производственные с сухим и нормальным режимами	$t_e - t_p$ , но не более 7	$0,8(t_e - t_p)$ , но не более 6	2,5	$t_e - t_p$
4. Производственные и другие помещения с влажным или мокрым режимом	$t_e - t_p$	$0,8(t_e - t_p)$	2,5	не норм.
5. Производственные здания со значительными избытками явной теплоты (более 23 Вт/м <sup>3</sup> ) и расчетной относительной влажностью внутреннего воздуха не более 50 %	12	12	2,5	$t_e - t_p$
Обозначения: $t_e$ — то же, что в формуле (5.2); $t_p$ — температура точки росы, °С, при расчетной температуре $t_e$ и относительной влажности внутреннего воздуха, принимаемым согласно СанПиН 2.1.2.1002, ГОСТ 12.1.005 и СанПиН 2.2.4.548, СНиП 41-01 и нормам проектирования соответствующих зданий. Примечание — Для зданий картофеле- и овощехранилищ нормируемый температурный перепад $\Delta t^H$ для наружных стен, покрытий и чердачных перекрытий следует принимать по СНиП 2.11.02.				

**5.4** Приведенное сопротивление теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания (или любой выделенной ограждающей конструкции) -  $R_o^{np}$ , м<sup>2</sup>·°С/Вт, рассчитывается в соответствии с Приложением Е, с использованием результатов расчетов температурных полей.

При расчете приведенного сопротивления теплопередаче, коэффициенты теплоотдачи

внутренних поверхностей ограждающих конструкций следует принимать в соответствии с таблицей 4, а коэффициенты теплоотдачи наружных поверхностей - в соответствии с таблицей 6.

Приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен следует рассчитывать для всех фасадов с учетом откосов проемов, без учета их заполнений.

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, контактирующих с грунтом, следует определять по методике п. Е.7 Приложения Е.

Приведенное сопротивление теплопередаче светопрозрачных конструкций (окон, балконных дверей, фонарей) принимается по результатам испытаний в аккредитованной лаборатории; при отсутствии таких данных следует принимать значения в соответствии со Сводом Правил 23-101.

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций с вентилируемыми воздушными прослойками следует принимать в соответствии со Сводом Правил 23-101.

Таблица 6 — Коэффициенты теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции

Наружная поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент теплоотдачи для зимних условий, $\alpha_n$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)
1. Наружных стен, покрытий, перекрытий над проездами и над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительной-климатической зоне.	23
2. Перекрытий над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом, перекрытий над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительной-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 и техническими, подпольями не вентилируемых наружным воздухом.	6

### Комплексное требование

5.5. Нормируемое значение удельной теплозащитной характеристики здания,  $k_{об}^{mp}$ , Вт/(м<sup>3</sup> °С), следует принимать в зависимости от отапливаемого объема здания и градусо-суток отопительного периода района строительства по табл. 7 с учетом примечаний.

Таблица 7 - Нормируемые значения удельной теплозащитной характеристики здания.

Отапливаемый объем здания, $V_{от}$ , м <sup>3</sup>	Значения $k_{об}^{mp}$ , Вт/(м <sup>3</sup> °С), при значениях ГСОП, °С сут/год				
	1000	3000	5000	8000	12000
300	0,957	0,708	0,562	0,429	0,326
600	0,759	0,562	0,446	0,341	0,259
1200	0,606	0,449	0,356	0,272	0,207
2500	0,486	0,360	0,286	0,218	0,166
6000	0,391	0,289	0,229	0,175	0,133
15000	0,327	0,242	0,192	0,146	0,111

50000	0,277	0,205	0,162	0,124	0,094
200000	0,269	0,182	0,145	0,111	0,084

**Примечания**

1. Для промежуточных величин объема зданий и ГСОП, а также для величин отапливаемого объема здания превышающих 200000 м<sup>3</sup> значение  $k_{об}^{mp}$  рассчитываются по формулам:

$$k_{об}^{mp} = \begin{cases} \frac{4,74}{0,00013 \cdot ГСОП + 0,61} \cdot \frac{1}{\sqrt[3]{V_{om}}} & V_{om} \leq 960 \\ \frac{0,16 + \frac{10}{\sqrt{V_{om}}}}{0,00013 \cdot ГСОП + 0,61} & V_{om} > 960 \end{cases} \quad (5.5)$$

$$k_{об}^{mp} = \frac{8,5}{\sqrt{ГСОП}} \quad (5.6)$$

2. При достижении величиной  $k_{об}^{mp}$ , вычисленной по (5.5), значений меньших, чем определенных по формуле: (5.6), следует принимать значения  $k_{об}^{mp}$  определённые по формуле (5.6).

**5.6** Удельная теплозащитная характеристика здания,  $k_{об}$ , Вт/(м<sup>3</sup> °С), рассчитывается по методике приложения Ж.

**Санитарно – гигиеническое требование**

**5.7** Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции (за исключением вертикальных светопрозрачных конструкций) в зоне теплопроводных включений, в углах и оконных откосах, а также зенитных фонарей должна быть не ниже точки росы внутреннего воздуха при расчетной температуре наружного воздуха -  $t_n$ , °С, принимаемой в соответствии с пояснениями к формуле 5.4.

Минимальная температура внутренней поверхности остекления вертикальных светопрозрачных конструкций зданий (кроме производственных) должна быть не ниже плюс 3 °С, для производственных зданий — не ниже 0 °С, а непрозрачных элементов окон — не ниже температуры точки росы внутреннего воздуха помещения, при расчетной температуре наружного воздуха -  $t_n$ , °С, принимаемой в соответствии с пояснениями к формуле 5.4.

Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции проверяется по результатам расчета температурных полей всех зон с теплотехнической неоднородностью или по результатам испытаний в климатической камере в аккредитованной лаборатории.

Расчетную температуру наружного воздуха в холодный период года следует принимать равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92;

Относительную влажность внутреннего воздуха для определения точки росы следует принимать:

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

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

## 6 ТЕПЛОУСТОЙЧИВОСТЬ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

### В теплый период года

**6.1** В районах со среднемесячной температурой июля 21 °С и выше расчетная амплитуда колебаний температуры внутренней поверхности ограждающих конструкций (наружных стен и перекрытий / покрытий)  $A_t$ , °С, зданий жилых, больничных учреждений (больниц, клиник, стационаров и госпиталей), диспансеров, амбулаторно-поликлинических учреждений, родильных домов, домов ребенка, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, детских садов, яслей, яслей-садов (комбинатов) и детских домов, а также производственных зданий, в которых необходимо соблюдать оптимальные параметры температуры и относительной влажности воздуха в рабочей зоне в теплый период года или по условиям технологии поддерживать постоянными температуру или температуру и относительную влажность воздуха, не должна быть более нормируемой амплитуды колебаний температуры внутренней поверхности ограждающей конструкции  $A_t^{mp}$ , °С, определяемой по формуле

$$A_t^{mp} = 2,5 - 0,1(t_n - 21), \quad (6.1)$$

где  $t_n$  — средняя месячная температура наружного воздуха за июль, °С, принимаемая по таблице 3\* СНиП 23-01.

Расчетную амплитуду колебаний температуры внутренней поверхности ограждающей конструкции  $A_t$  следует определять по Своду Правил 23-101.

**6.2** Амплитуду колебаний температуры внутренней поверхности ограждающих конструкций  $A_{t_e}$ , °С, следует определять по формуле:

$$A_{t_e} = \frac{A_{t_n}^{расч}}{\nu}, \quad (6.2)$$

где  $A_{t_n}^{расч}$  — расчетная амплитуда колебаний температуры наружного воздуха, °С, определяемая согласно п. 6.3;

$\nu$  — величина затухания расчетной амплитуды колебаний температуры наружного воздуха  $A_{t_n}^{расч}$  в ограждающей конструкции, определяемая согласно п. 6.4.

**6.3** Расчетную амплитуду колебаний температуры наружного воздуха  $A_{t_n}^{расч}$ , °С, следует определять по формуле:

$$A_{t_n}^{расч} = 0,5 A_{t_n} + \frac{\rho(I_{max} - I_{cp})}{\alpha_n}, \quad (6.3)$$

где  $A_{t_n}$  — максимальная амплитуда суточных колебаний температуры наружного воздуха в июле, °С, принимаемая согласно СНиП 23-01;

$\rho$  — коэффициент поглощения солнечной радиации материалом наружной поверхности ограждающей конструкции, принимаемый Сводом Правил 23-101;

$I_{max}$ ,  $I_{cp}$  — соответственно максимальное и среднее значения суммарной солнечной радиации (прямой и рассеянной), Вт/м<sup>2</sup>, принимаемые согласно СНиП 23-01 для наружных стен — как для вертикальных поверхностей западной ориентации и для покрытий — как для горизонтальной поверхности;

$\alpha_n$  — коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции по летним условиям, Вт/(м<sup>2</sup> • °С), определяемый по формуле (6.9).

**6.4** Величину затухания расчетной амплитуды колебаний температуры наружного воздуха  $\nu$  в ограждающей конструкции, состоящей из однородных слоев, следует определять по формуле:

$$v = 0,9e^{\frac{D}{\sqrt{2}}} \frac{(s_1 + \alpha_e)(s_2 + Y_1) \dots (s_n + Y_{n-1})(\alpha_n + Y_n)}{(s_1 + Y_1)(s_2 + Y_2) \dots (s_n + Y_n)\alpha_n}, \quad (6.4)$$

где  $e = 2,718$  — основание натуральных логарифмов;

$D$  — тепловая инерция ограждающей конструкции, определяемая по п. 6.5.

$s_1, s_2, \dots, s_n$  — расчетные коэффициенты теплоусвоения материала отдельных слоев ограждающей конструкции, Вт/(м<sup>2</sup> · °С), принимаемые по Своду Правил 23-101;

$Y_1, Y_2, \dots, Y_{n-1}, Y_n$  — коэффициенты теплоусвоения наружной поверхности отдельных слоев ограждающей конструкции, Вт/(м<sup>2</sup> · °С), определяемые согласно п. 6.5;

$\alpha_n$  — то же, что в формуле (5.4);

$\alpha_n$  — то же, что в формуле (6.3).

Для многослойной неоднородной ограждающей конструкции с теплопроводными включениями величину затухания расчетной амплитуды колебаний температуры наружного воздуха  $v$  в ограждающей конструкции следует определять в соответствии с ГОСТ 26253—84.

**П р и м е ч а н и е.** Порядок нумерации слоев в формуле (6.4) принят в направлении от внутренней поверхности к наружной.

**6.5** Тепловую инерцию  $D$  ограждающей конструкции следует определять как сумму значений тепловой инерции  $D_i$  всех слоев многослойной конструкции, определяемых по формуле:

$$D_i = R_i s_i \quad (6.5)$$

где  $R_i$  — термическое сопротивление отдельных  $i$  - го слоя ограждающей конструкции, м<sup>2</sup> · °С/Вт, определяемое по формуле:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i} \quad (6.6)$$

где  $\delta_i$  — толщина  $i$  - го слоя конструкции, м;

$\lambda_i$  — расчетный коэффициент теплопроводности материала  $i$  - го слоя конструкции, Вт/(м · °С), принимаемый по Своду Правил 23-101.

**П р и м е ч а н и я:** 1. Расчетный коэффициент теплоусвоения воздушных прослоек принимается равным нулю.

2. Слои конструкции, расположенные между воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом, и наружной поверхностью ограждающей конструкции, не учитываются.

3. При суммарной тепловой инерции ограждающей конструкции  $D \geq 4$ , расчет на теплоустойчивость не требуется.

**6.6** Для определения коэффициентов теплоусвоения наружной поверхности отдельных слоев ограждающей конструкции следует предварительно вычислить тепловую инерцию  $D$  каждого слоя по формуле (6.5).

Коэффициент теплоусвоения наружной поверхности слоя  $Y$ , Вт/(м<sup>2</sup> · °С), с тепловой инерцией  $D \geq 1$  следует принимать равным расчетному коэффициенту теплоусвоения  $s$  материала этого слоя конструкции по Своду Правил 23-101.

Коэффициент теплоусвоения наружной поверхности слоя  $Y$  с тепловой инерцией  $D < 1$  следует определять расчетом, начиная с первого слоя (считая от внутренней поверхности ограждающей конструкции) следующим образом:

а) для первого слоя — по формуле:

$$Y_1 = \frac{R_1 s_1^2 + \alpha_e}{1 + R_1 \alpha_e}, \quad (6.7)$$

б) для  $i$ -го слоя — по формуле

$$Y_i = \frac{R_i s_i^2 + Y_{i-1}}{1 + R_i Y_{i-1}}, \quad (6.8)$$

где  $R_1, R_i$  — термические сопротивления соответственно первого и  $i$ -го слоев ограждающей конструкции,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , определяемые по формуле (6.6);

$s_1, s_i$  — расчетные коэффициенты теплоусвоения материала соответственно первого и  $i$ -го слоев,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ , принимаемые по Своду Правил 23-101;

$\alpha_b$  — то же, что в формуле (5.4);

$Y_1, Y_i, Y_{i-1}$  — коэффициенты теплоусвоения наружной поверхности соответственно первого,  $i$ -го и  $(i-1)$ -го слоев ограждающей конструкции,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ .

**6.7** Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции по летним условиям  $\alpha_n$ ,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ , следует определять по формуле

$$\alpha_n = 1,16(5 + 10\sqrt{v}), \quad (6.9)$$

где  $v$  — минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль, повторяемость которых составляет 16 % и более, принимаемая согласно СНиП 2.01.01-82, но не менее 1 м/с.

**6.8** В районах со среднемесячной температурой июля  $21 \text{ °C}$  и выше для окон и фонарей зданий жилых, больничных учреждений (больниц, клиник, стационаров и госпиталей), диспансеров, амбулаторно-поликлинических учреждений, родильных домов, домов ребенка, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, детских садов, яслей, яслей-садов (комбинатов) и детских домов, а также производственных зданий, в которых должны соблюдаться оптимальные нормы температуры и относительной влажности воздуха в рабочей зоне или по условиям технологии должны поддерживаться постоянными температура или температура и относительная влажность воздуха, следует предусматривать солнцезащитные устройства.

Коэффициент теплопропускания солнцезащитного устройства должен быть не более нормируемой величины  $\beta_{сз}^H$ , установленной табл. 8.

Коэффициенты теплопропускания солнцезащитных устройств следует определять по Своду Правил 23-101.

Таблица 8 — **Нормируемые значения коэффициента теплопропускания солнцезащитного устройства**

Здания	Коэффициент теплопропускания солнцезащитного устройства $\beta_{сз}^H$
1 Здания жилые, больничных учреждений (больниц, клиник, стационаров и госпиталей), диспансеров, амбулаторно-поликлинических учреждений, родильных домов, домов ребенка, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, детских садов, яслей, яслей-садов (комбинатов) и детских домов	0,2
2 Производственные здания, в которых должны соблюдаться оптимальные нормы температуры и относительной влажности воздуха в рабочей зоне или по условиям технологии должны поддерживаться постоянными температура или температура и относительная влажность воздуха	0,4

### В холодный период года

**6.9** Расчетная амплитуда колебания результирующей температуры помещения  $A_t$ ,  $\text{°C}$ , жилых, а также общественных зданий (больниц, поликлиник, детских ясель-садов и школ) в холодный период года не должна превышать ее нормируемого значения  $A_t^{mp}$  в течение суток: при наличии центрального отопления и печей при непрерывной топке —  $1,5 \text{ °C}$ ; при стационарном электро- теплоаккумуляционном отоплении —  $2,5 \text{ °C}$ , при печном отоплении с периодической топкой —  $3 \text{ °C}$ .

При наличии в здании отопления с автоматическим регулированием температуры внутреннего воздуха теплоустойчивость помещений в холодный период года не нормируется.

**6.10** Расчетную амплитуду колебания результирующей температуры помещения в холодный период года  $A_t$ , °С, следует определять по Своду Правил 23-101.

## 7 ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТЬ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

**7.1** Сопротивление воздухопроницанию ограждающих конструкций, за исключением заполнений световых проемов (окон, балконных дверей и фонарей), зданий и сооружений  $R_u$  должно быть не менее нормируемого сопротивления воздухопроницанию  $R_u^{mp}$ , м<sup>2</sup>·ч·Па/кг, определяемого по формуле:

$$R_u^{mp} = \Delta p / G_n, \quad (7.1)$$

где  $\Delta p$  — разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций, Па, определяемая в соответствии с 7.2;

$G_n$  — нормируемая поперечная воздухопроницаемость ограждающих конструкций, кг/(м<sup>2</sup>·ч), принимаемая в соответствии с 7.3.

**7.2** Разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций  $\Delta p$ , Па, следует определять по формуле

$$\Delta p = 0,55H(\gamma_n - \gamma_v) + 0,03\gamma_n v^2, \quad (7.2)$$

где  $H$  — высота здания (от уровня пола первого этажа до верха вытяжной шахты), м;

$\gamma_n, \gamma_v$  — удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха, Н/м<sup>3</sup>, определяемый по формуле

$$\gamma = 3463 / (273 + t), \quad (7.3)$$

$t$  — температура воздуха: внутреннего (для определения  $\gamma_v$ ) — принимается согласно оптимальным параметрам по ГОСТ 12.1.005, ГОСТ 30494 и СанПиН 2.1.2.1002; наружного (для определения  $\gamma_n$ ) — принимается равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по СНиП 23-01;

$v$  — максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, повторяемость которых составляет 16 % и более, принимаемая по таблице 1\* СНиП 23-01.

**7.3** Нормируемую поперечную воздухопроницаемость  $G_n$ , кг/(м<sup>2</sup>·ч), ограждающей конструкции зданий следует принимать по таблице 9.

Таблица 9 — Нормируемая поперечная воздухопроницаемость ограждающих конструкций

Ограждающие конструкции	Воздухопроницаемость $G_n$ , кг/(м <sup>2</sup> ·ч), не более
1 Наружные стены, перекрытия и покрытия жилых, общественных, административных и бытовых зданий и помещений	0,5
2 Наружные стены, перекрытия и покрытия производственных зданий и помещений	1,0
3 Стыки между панелями наружных стен:	
а) жилых зданий	0,5*
б) производственных зданий	1,0*
4 Входные двери в квартиры	1,5
5 Входные двери в жилые, общественные и бытовые здания	7,0
6 Окна и балконные двери жилых, общественных и бытовых зданий и помещений в деревянных переплетах; окна и фонари производственных зданий с кондиционированием воздуха	6,0
7 Окна и балконные двери жилых, общественных и бытовых зданий и помещений в пластмассовых или алюминиевых переплетах	5,0
8 Окна, двери и ворота производственных зданий	8,0
9 Фонари производственных зданий	10,0

**7.4.** Сопротивление воздухопроницанию  $R_u$  многослойной ограждающей конструкции следует рассчитывать как сумму сопротивлений воздухопроницанию отдельных слоев по формуле:

$$R_u = R_{u1} + R_{u2} + \dots + R_{un} \quad (7.4)$$

где  $R_{u1}, R_{u2}, \dots, R_{un}$  — сопротивления воздухопроницанию отдельных слоев ограждающей конструкции,  $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг}$ , принимаемые по Своду правил 23-101.

**7.5.** Сопротивление воздухопроницанию окон и балконных дверей жилых и общественных зданий, а также окон и фонарей производственных зданий  $R_u$  должно быть не менее нормируемого сопротивления воздухопроницанию  $R_u^{mp}$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{ч} / \text{кг}$ , определяемого по формуле

$$R_u^{mp} = (I/G_u) \cdot (\Delta p / \Delta p_0)^{2/3}, \quad (7.5)$$

где  $G_u$  — то же, что и в формуле (7.1);

$\Delta p$  — то же, что и в формуле (7.2);

$\Delta p_0 = 10$  Па — разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях светопрозрачных ограждающих конструкций, при которой экспериментально определяется сопротивление воздухопроницанию данных конструкций  $R_u$ .

**7.6.** Сопротивление воздухопроницанию выбранного типа светопрозрачной конструкции  $R_u$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{ч} / \text{кг}$ , определяют по формуле:

$$R_u^{mp} = (I/G_c) \cdot (\Delta p / \Delta p_0)^n, \quad (7.6)$$

где  $G_c$  — воздухопроницаемость светопрозрачной конструкции,  $\text{кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ , при  $\Delta p_0 = 10$  Па, полученная в результате испытаний;

$n$  — показатель режима фильтрации светопрозрачной конструкции, полученный в результате испытаний.

**7.7.** В случае  $R_u \geq R_u^{mp}$  выбранная ограждающая конструкция удовлетворяет требованиям СНиП 23-02 по сопротивлению воздухопроницанию.

В случае  $R_u < R_u^{mp}$  необходимо заменить или изменить ограждающую конструкцию и проводить расчеты по формулам (7.4) или (7.6) до удовлетворения требований СНиП 23-02.

**7.8.** Для обеспечения нормируемого воздухообмена при оборудовании помещений только вытяжной вентиляцией, в наружных ограждениях (стенах, окнах) следует предусмотреть регулируемые приточные устройства.

## 8 ЗАЩИТА ОТ ПЕРЕУВЛАЖНЕНИЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

**8.1** Защита от переувлажнения ограждающих конструкций обеспечивается путем проектирования ограждающих конструкций с сопротивлением паропроницанию внутренних слоев не менее требуемого значения, определяемого расчетом одномерного влагопереноса (осуществляемому по механизму паропроницаемости).

Сопротивление паропроницанию  $R_{п}$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$ , ограждающей конструкции (в пределах от внутренней поверхности до плоскости максимального увлажнения определяемой в соответствии с п.8.5) должно быть не менее наибольшего из следующих требуемых сопротивлений паропроницанию:

а) требуемого сопротивления паропроницанию  $R_{n1}^{mp}$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$  (из условия недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации), определяемого по формуле

$$R_{n1}^{mp} = \frac{(e_s - E) R_{n,n}}{E - e_n}; \quad (8.1)$$

б) требуемого сопротивления паропроницанию  $R_{n2}^{mp}$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$  (из условия ограничения влаги в ограждающей конструкции за период с отрицательными средними месячными тем-

пературами наружного воздуха), определяемого по формуле

$$R_{n2}^{mp} = \frac{0,0024z_0(e_s - E_0)}{\rho_w \delta_w \Delta w + \eta}, \quad (8.2)$$

где  $e_s$  — парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха, Па, при расчетных температуре и относительной влажности воздуха в помещении, определяемое по формуле

$$e_s = (\varphi_s / 100)E_s, \quad (8.3)$$

где  $E_s$  — парциальное давление насыщенного водяного пара, Па, при температуре внутреннего воздуха помещения  $t_s$ , рассчитывается в соответствии с п. 8.6;

$\varphi_s$  — относительная влажность внутреннего воздуха, %, принимаемая для различных зданий в соответствии с п. 5.7;

$R_{n,n}$  — сопротивление паропрооницанию,  $m^2 \cdot ч \cdot Па / мг$ , части ограждающей конструкции, расположенной между наружной поверхностью ограждающей конструкции и плоскостью максимального увлажнения, определяемое по п.8.7;

$e_n$  — среднее парциальное давление водяного пара наружного воздуха за годовой период, Па, определяемое по таблице 5а\* СНиП 23-01;

$Z_0$  — продолжительность периода влагонакопления, сут., принимаемая равной периоду с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха по СНиП 23-01;

$E_0$  — парциальное давление насыщенного водяного пара в плоскости максимального увлажнения, Па, определяемое при средней температуре наружного воздуха периода влагонакопления  $Z_0$  согласно п.8.6 и п.8.8;

$\rho_w$  — плотность материала увлажняемого слоя,  $кг/м^3$ , принимаемая равной  $\rho_0$  по своду правил;

$\delta_w$  — толщина увлажняемого слоя ограждающей конструкции, м, принимаемая равной 2/3 толщины однородной (однослойной) стены или толщине слоя многослойной ограждающей конструкции, в котором располагается плоскость максимального увлажнения;

$\Delta w$  — предельно допустимое приращение влажности в материале увлажняемого слоя, % по массе, за период влагонакопления  $Z_0$ , принимаемое по таблице 10;

В случае, когда плоскость максимального увлажнения приходится на стык между двумя слоями,  $\delta_w \Delta w$  в формуле (8.2) принимается равной сумме  $\delta_{w1} \Delta w_1 + \delta_{w2} \Delta w_2$ , где  $\delta_{w1}$  и  $\delta_{w2}$  соответствуют половине толщины стыкующихся слоев.

Таблица 10 — Значения предельно допустимого приращения влажности в материале  $\Delta w$

Материал ограждающей конструкции	Предельно допустимое приращение влажности в материале* $\Delta w$ , % по массе
1 Кладка из глиняного кирпича и керамических блоков	1,5
2 Кладка из силикатного кирпича	2,0
3 Легкие бетоны на пористых заполнителях (керамзитобетон, шугизитобетон, перлитобетон, шлакопемзобетон)	5
4 Ячеистые бетоны (газобетон, пенобетон, газосиликат и др.)	6
5 Пеногазостекло	1,5
6 Фибролит и арболит цементные	7,5
7 Минераловатные плиты и маты	3
8 Пенополистирол и пенополиуретан	25
9 Фенольно-резольный пенопласт	50
10 Теплоизоляционные засыпки из керамзита, шунгизита, шлака	3
11 Тяжелый бетон, цементно-песчаный раствор	2

\* В случае, если значение сорбционной влажности материала при относительной влажности воздуха 97% меньше, чем значение влажности материала при условии эксплуатации Б, и разница между этими значениями составляет  $\Delta w_c$ , % по массе, то значение предельно допустимого приращения влажности в материале  $\Delta w$  увеличивается на величину  $\Delta w_c$ . Сорбционную влажность материала определяют по ГОСТ 24816.

$E$  — парциальное давление водяного пара в плоскости максимального увлажнения за годовой период эксплуатации, Па, определяемое по формуле

$$E = (E_1 \cdot z_1 + E_2 \cdot z_2 + E_3 \cdot z_3) / 12, \quad (8.4)$$

где  $E_1, E_2, E_3$  — парциальные давления насыщенного водяного пара в плоскости максимального увлажнения, соответственно зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов, Па, определяемые согласно п.8.6, по температуре в плоскости максимального увлажнения (определяется согласно п.8.8), при средней температуре наружного воздуха соответствующего периода;

$z_1, z_2, z_3$  — продолжительность зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов года, мес., определяемая по таблице 3\* СНиП 23-01 с учетом следующих условий:

а) к зимнему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха ниже минус 5 °С;

б) к весенне-осеннему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха от минус 5 до плюс 5 °С;

в) к летнему периоду относятся месяцы со средними температурами воздуха выше плюс 5 °С;

$\eta$  — коэффициент, определяемый по формуле

$$\eta = 0,0024(E_0 - e_0^H)z_0 / R_n^H, \quad (8.5)$$

где  $e_0^H$  — среднее парциальное давление водяного пара наружного воздуха периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами, Па, определяемыми согласно Своду Правил 23-101.

Примечания:

1. При определении парциального давления  $E_3$  для летнего периода температуру в плоскости максимального увлажнения во всех случаях следует принимать не ниже средней температуры наружного воздуха летнего периода, парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха  $e_6$  — не ниже среднего парциального давления водяного пара наружного воздуха за этот период.

**8.2** Сопротивление паропроницанию  $R_n$ , м<sup>2</sup>·ч·Па/мг, чердачного перекрытия или части конструкции вентилируемого покрытия, расположенной между внутренней поверхностью покрытия и воздушной прослойкой, в зданиях со скатами кровли шириной до 24 м должно быть не менее требуемого сопротивления паропроницанию  $R_n^{mp}$ , м<sup>2</sup>·ч·Па/мг, определяемого по формуле:

$$R_n^{mp} = 0,0012(e_6 - e_0^H), \quad (8.6)$$

где  $e_6, e_0^H$  — то же, что и в формулах (8.1) и (8.5).

**8.3** Для защиты от увлажнения теплоизоляционного слоя (утеплителя) в покрытиях зданий с влажным или мокрым режимом следует предусматривать пароизоляцию ниже теплоизоляционного слоя, которую следует учитывать при определении сопротивления паропроницанию покрытия в соответствии с п.8.7.

**8.4** Для защиты от переувлажнения навесных фасадных систем с вентилируемой воздушной прослойкой необходимо дополнительно выполнить проверку на «невыпадение конденсата» в вентилируемой воздушной прослойке в соответствии с расчетом, представленным в Своде Правил 23-101.

**8.5** Плоскость максимального увлажнения определяется для периода с отрицательными среднемесячными температурами.

По формуле (8.7) для каждого слоя многослойной конструкции вычисляют значение комплекса  $f(t_{м.г.})$ , характеризующего температуру в плоскости максимального увлажнения. Для этого в формулу (8.7) подставляются коэффициенты теплопроводности и паропроницаемости соответствующие поочередно каждому слою конструкции.

$$f(t_{м.г.}) = 5330 \cdot \frac{R_{o,n}(t_6 - t_{н,omp})}{R_o^{учл}(e_6 - e_0^H)} \cdot \frac{\mu}{\lambda} \quad (8.7)$$

где  $R_{o,l}$  – общее сопротивление паропроницанию ограждающей конструкции,  $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$ , определяемое согласно п. 8.7;

$R_o^{ysl}$  – условное сопротивление теплопередаче однородной многослойной ограждающей конструкции,  $\text{м}^2 \text{°C} / \text{Вт}$ , определяемое по Приложению Е, формулам (Е.6), (Е.7);

$t_{n,omr}$  – средняя температура наружного воздуха для периода с отрицательными среднемесячными температурами,  $\text{°C}$ ;

$\lambda, \mu$  – расчетный коэффициент теплопроводности,  $\text{Вт} / (\text{м}^2 \text{°C})$ , и паропроницаемости,  $\text{мг} / (\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})$ , материала соответствующего слоя, принимаемый по Своду Правил 23-101.

По полученным значениям комплекса  $f(t_{m,y})$  по табл. 11 определяют значения температуры в плоскости максимального увлажнения,  $t_{m,y}$ , для каждого слоя многослойной конструкции. Находят распределение температуры по толщине ограждающей конструкции, при средней температуре наружного воздуха периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами в соответствии с п. 8.8.

Составляют таблицу, содержащую номер слоя,  $t_{m,y}$  для этого слоя, температуры на границах слоя, полученные расчетом. Полученные значения  $t_{m,y}$  сравнивают с температурами в слоях конструкции и определяют слой в котором находится плоскость максимального увлажнения. По значению  $t_{m,y}$  в данном слое определяют координату  $x_{m,y}$  плоскости максимального увлажнения в этом слое (распределение температуры внутри слоя линейно). Если в конструкции отсутствует плоскость с температурой  $t_{m,y}$ , в качестве плоскости максимального увлажнения принимается граница ограждения, с температурой наиболее близкой к  $t_{m,y}$ .

Таблица 11 – **Зависимость комплекса  $f(t_{m,y})$  от температуры в плоскости максимального увлажнения.**

$t_{m,y}, \text{°C}$	$f(t_{m,y}), (\text{°C})^2 / \text{Па}$	$t_{m,y}, \text{°C}$	$f(t_{m,y}), (\text{°C})^2 / \text{Па}$	$t_{m,y}, \text{°C}$	$f(t_{m,y}), (\text{°C})^2 / \text{Па}$
-30	1554	-12	313,9	6	83,25
-27	1187	-9	245,4	9	69,27
-24	898,6	-6	193,2	12	57,89
-21	682,8	-3	153,15	15	48,65
-18	520,2	0	121,98	18	41,03
-15	403,4	3	100,36	21	34,74

Для многослойных ограждающих конструкций с выраженным теплоизоляционным слоем (термическое сопротивление теплоизоляционного слоя больше  $2/3 R_o^{ysl}$ ) и наружным слоем, коэффициент паропроницаемости которого меньше, чем у материала теплоизоляционного слоя, допускается принимать плоскость максимального увлажнения на наружной границе утеплителя, при условии выполнения неравенства:

$$\frac{\mu_{ym}}{\lambda_{ym}} > 2$$

где  $\lambda_{ym}, \mu_{ym}$  – расчетный коэффициент теплопроводности,  $\text{Вт} / (\text{м}^2 \text{°C})$ , и паропроницаемости,  $\text{мг} / (\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})$ , материала теплоизоляционного слоя.

**8.6** Парциальное давление насыщенного водяного пара  $E$ , Па, при температуре  $t$ ,  $\text{°C}$  от  $-40\text{°C}$  до  $45\text{°C}$ , определяется по формуле:

$$E = 1,84 \cdot 10^{11} \exp\left(-\frac{5330}{273 + t}\right) \quad (8.8)$$

**8.7** Сопротивление паропроницанию  $R_n$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$ , однослойной или отдельного слоя многослойной ограждающей конструкции определяется по формуле

$$R_n = \frac{\delta}{\mu} \quad (8.9)$$

где  $\delta$  – толщина слоя ограждающей конструкции, м;

$\mu$  – расчетный коэффициент паропроницаемости материала слоя ограждающей конструкции,  $\text{мг} / (\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})$ , принимаемый по Своду Правил 23-101;

Сопротивление паропроницанию многослойной ограждающей конструкции (или ее час-

ти) равно сумме сопротивлений паропроницанию составляющих ее слоев. Сопротивление паропроницанию  $R_n$  листовых материалов и тонких слоев пароизоляции следует принимать по Своду Правил 23-101.

Примечания: 1. Сопротивление паропроницанию замкнутых воздушных прослоек в ограждающих конструкциях следует принимать равным нулю независимо от расположения и толщины этих прослоек.

2. Для обеспечения требуемого сопротивления паропроницанию  $R_n^{mp}$  ограждающей конструкции следует определять сопротивление паропроницанию  $R_n$  конструкции в пределах от внутренней поверхности до плоскости максимального увлажнения.

3. В помещениях с влажным или мокрым режимом следует предусматривать пароизоляцию теплоизолирующих уплотнителей сопряжений элементов ограждающих конструкций (мест примыкания заполнений проемов к стенам и т. п.) со стороны помещений; сопротивление паропроницанию в местах таких сопряжений проверяется из условия ограничения накопления влаги в сопряжениях за период с отрицательными среднемесячными температурами наружного воздуха на основании расчета температурного и влажностного полей.

**8.8** Температуру  $t_x$ , °С, ограждающей конструкции в плоскости, отстоящей от внутренней поверхности на расстоянии  $x$ , м, следует определять по формуле:

$$t_x = t_e - \frac{t_e - t_n}{R_o^{усл}} R_x \quad (8.10)$$

где  $t_e$  и  $t_n$  - температура внутреннего и наружного воздуха соответственно, °С;

$R_x$  - сопротивление теплопередаче части многослойной ограждающей конструкции от внутренней поверхности до плоскости, отстоящей от внутренней поверхности на расстоянии  $x$ , м<sup>2</sup>°С/Вт, определяемое по формуле:

$$R_x = \frac{l}{\alpha_e} + \sum_{\text{до сечения } x} R_i \quad (8.11)$$

## 9 ТЕПЛОУСВОЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ПОЛОВ

**9.1** Поверхность пола жилых и общественных зданий, вспомогательных зданий и помещений промышленных предприятий и отапливаемых помещений производственных зданий (на участках с постоянными рабочими местами) должна иметь расчетный показатель теплоусвоения  $Y_{пол}$ , Вт/(м<sup>2</sup>·°С), не более нормируемой величины  $Y_{пол}^{mp}$ , установленной в таблице 12.

Таблица 12 — Нормируемые значения показателя  $Y_{пол}^{mp}$

Здания, помещения и отдельные участки	Показатель теплоусвоения поверхности пола $Y_{пол}^{mp}$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)
1 Здания жилые, больничных учреждений (больниц, клиник, стационаров и госпиталей), диспансеров, амбулаторно-поликлинических учреждений, родильных домов, домов ребенка, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, общеобразовательных детских школ, детских садов, яслей, яслей-садов (комбинатов), детских домов и детских приемников-распределителей	12
2 Общественные здания (кроме указанных в поз. 1); вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий; участки с постоянными рабочими местами в отапливаемых помещениях производственных зданий, где выполняются легкие физические работы (категория I)	14
3 Участки с постоянными рабочими местами в отапливаемых помещениях производственных зданий, где выполняются физические работы средней тяжести (категория II)	17
4 Участки животноводческих зданий в местах отдыха животных при бесподстильном содержании:	
а) коровы и нетели за 2—3 месяца до отела, быки-производители, телята до 6 месяцев, ремонтный молодняк крупного рогатого скота, свињи-матки, хряки, поросята-отъемыши	11
б) коровы стельные и новотельные, молодняк свиной, свињи на откорме	13

**9.2** Расчетная величина показателя теплоусвоения поверхности пола  $Y_{пол}$ , Вт/(м<sup>2</sup>·°С) определяется следующим образом:

а) если покрытие пола (первый слой конструкции пола) имеет тепловую инерцию  $D_1 = R_1 s_1 \geq 0,5$ , то показатель теплоусвоения поверхности пола следует определять по формуле:

$$Y_{пол} = 2s_1; \quad (9.1)$$

б) если первые  $n$  слоев конструкции пола ( $n \geq 1$ ) имеют суммарную тепловую инерцию  $D_1 + D_2 + \dots + D_n < 0,5$ , но тепловая инерция  $(n + 1)$  слоев  $D_1 + D_2 + \dots + D_{n+1} \geq 0,5$ , то показатель теплоусвоения поверхности пола  $Y_{пол}$  следует определять последовательно расчетом показателей теплоусвоения поверхностей слоев конструкции, начиная с  $n$ -го до 1-го:

для  $n$ -го слоя — по формуле

$$Y_n = (2R_n s_n^2 + s_{n+1}) / (0,5 + R_n s_{n+1}); \quad (9.2)$$

для  $i$ -го слоя ( $i = n-1; n-2; \dots; 1$ ) — по формуле

$$Y_i = (4R_i s_i^2 + Y_{n+1}) / (1 + R_i Y_{i+1}). \quad (9.3)$$

Показатель теплоусвоения поверхности пола  $Y_{пол}$  принимается равным показателю теплоусвоения поверхности 1-го слоя  $Y_1$ .

В формулах (9.1) - (9.3) и неравенствах:

$D_1, D_2, \dots, D_{n+1}$  — тепловая инерция соответственно 1-го, 2-го, ...,  $(n+1)$ -го слоев конструкции пола, определяемая по формулам:

$$D_1 = R_1 s_1; D_2 = R_2 s_2; \dots; D_n = R_n s_n \quad (9.4)$$

$R_1, R_2, \dots, R_n$  — термические сопротивления, м<sup>2</sup>·°С/Вт, соответственно 1-го, 2-го, ...,  $n$ -го слоев конструкции пола, определяемые по формулам:

$$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1}; R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2}; \dots; R_n = \frac{\delta_n}{\lambda_n} \quad (9.5)$$

$s_1, s_i, s_n, s_{n+1}$  — расчетные коэффициенты теплоусвоения материала соответственно 1-го, 2-го, ...,  $n$ -го,  $(n+1)$ -го слоев конструкции пола, Вт/(м<sup>2</sup>·°С), принимаемые по результатам испытаний или по СП 23-101;

$\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n$  — толщины соответственно 1-го, 2-го, ...,  $n$ -го слоев конструкции пола, м;

$\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$  — расчетные теплопроводности материала соответственно 1-го, 2-го, ...,  $n$ -го слоев конструкции пола, Вт/(м<sup>2</sup>·°С), Вт/(м·°С), принимаемые по результатам испытаний или по СП 23-101.

Если расчетная величина  $Y_{пол}$  показателя теплоусвоения поверхности пола окажется не более нормируемой величины  $Y_{пол}^{mp}$ , установленной в таблице 12, то этот пол удовлетворяет требованиям в отношении теплоусвоения; если  $Y_{пол} > Y_{пол}^{mp}$ , то следует разработать другую конструкцию пола или изменить толщины его отдельных слоев до удовлетворения требованиям  $Y_{пол} \leq Y_{пол}^{mp}$ .

**9.3** Не нормируется показатель теплоусвоения поверхности полов:

а) имеющих температуру поверхности выше 23 °С;

б) в отапливаемых помещениях производственных зданий, где выполняются тяжелые физические работы (категория III);

в) в производственных зданиях при условии укладки на участке постоянных рабочих мест деревянных щитов или теплоизолирующих ковриков;

г) помещений общественных зданий, эксплуатация которых не связана с постоянным пребыванием в них людей (залы музеев и выставок, фойе театров, кинотеатров и т.п.).

**9.4.** Теплотехнический расчет полов животноводческих, птицеводческих и звероводческих зданий следует выполнять с учетом требований СНиП 2.10.03.

## 10. ОЦЕНКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ

**10.1** Энергетическая эффективность жилого и общественного здания на стадии разработки проектной документации характеризуется *показателем энергетической эффективности*, в качестве которого принимается удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания численно равная расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию на 1 м<sup>3</sup> отапливаемого объема здания в единицу времени при перепаде температуры в один °С,  $q_{om}$ , Вт/(м<sup>3</sup>·°С), определяемому по приложению Г. Этот показатель должен быть меньше или равен нормируемому значению  $q_{om}^{mp}$ , Вт/(м<sup>3</sup>·°С), и определяться на основе выбранных объемно-планировочных решений, ориентации, теплозащитных свойств ограждающих конструкций здания, климатических условий района строительства, системы вентиляции, а также применением других энергосберегающих решений, до удовлетворения условия

$$q_{om} \leq q_{om}^{mp}, \quad (10.1)$$

где  $q_{om}^{mp}$  - нормируемая удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий, Вт/(м<sup>3</sup>·°С), определяемая для различных типов жилых и общественных зданий по таблице 13 или 14;

Таблица 13 - Нормируемая (базовая) удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий,  $q_{om}^{mp}$ , малоэтажных жилых домов многоквартирных, за отопительный период, Вт/(м<sup>3</sup>·°С).

Отапливаемая площадь домов, м <sup>2</sup>	С числом этажей			
	1	2	3	4
50 и менее	0,579	—	—	—
100	0,517	0,558	—	—
150	0,455	0,496	0,538	—
250	0,414	0,434	0,455	0,476
400	0,372	0,372	0,393	0,414
600	0,359	0,359	0,359	0,372
1000 и более	0,336	0,336	0,336	0,336

Примечание — при промежуточных значениях отапливаемой площади дома в интервале 50—1000 м<sup>2</sup> значения  $q_{om}^{mp}$  должны определяться по линейной интерполяции.

Таблица 14 - Нормируемая (базовая) удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий за отопительный период  $q_{om}^{mp}$  зданий, Вт/(м<sup>3</sup>·°С).

Тип здания	Этажность здания							
	1	2	3	4, 5	6, 7	8, 9	10, 11	12 и выше
1 Жилые многоквартирные, гостиницы, общежития	0,455	0,414	0,372	0,359	0,336	0,319	0,301	0,290
2 Общественные, кроме перечис-	0,487	0,440	0,417	0,371	0,359	0,342	0,324	-

ленных в строках 3–6 таблицы								
3 Поликлиники и лечебные учреждения, дома-интернаты	0,394	0,382	0,371	0,359	0,348	0,336	0,324	-
4 Дошкольные учреждения, хосписы	0,521	0,521	0,521	-	-	-	-	-
5 Сервисного обслуживания, культурно-досуговой деятельности, технопарки, склады	0,266	0,255	0,243	0,232	0,232	-		
6 Административного назначения (офисы)	0,417	0,394	0,382	0,313	0,278	0,255	0,232	0,232

**10.2** Средняя воздухопроницаемость квартир жилых и помещений общественных зданий (при закрытых приточно-вытяжных вентиляционных отверстиях) должна обеспечивать в период испытаний воздухообмен кратностью  $n_{50}$ , ч<sup>-1</sup>, при разности давлений 50 Па наружного и внутреннего воздуха при вентиляции:

с естественным побуждением  $n_{50} \leq 4$  ч<sup>-1</sup>;

с механическим побуждением  $n_{50} \leq 2$  ч<sup>-1</sup>.

Кратность воздухообмена зданий и помещений при разности давлений 50 Па и их среднюю воздухопроницаемость определяют по ГОСТ 31167.

**10.3** Для оценки достигнутой в проекте здания или в эксплуатируемом здании энергетической эффективности потребления энергии на отопление и вентиляцию (по показателю энергетической эффективности здания), установлены следующие классы энергетической эффективности зданий (таблица 15) в % отклонения расчетного показателя энергетической эффективности здания от нормируемой (базовой) величины.

Таблица 15 - Классы энергетической эффективности жилых и общественных зданий

Обозначение класса	Наименование класса энергетической эффективности	Величина отклонения расчетного (фактического) значения показателя энергетической эффективности на отопление и вентиляцию здания от нормативного, %	Рекомендуемые мероприятия органами администрации субъектов Федерации
<b>При проектировании и эксплуатации новых и реконструируемых зданий</b>			
<b>A++</b>	<b>Очень высокий</b>	ниже -60	Экономическое стимулирование
<b>A+</b>		от -50 до -60	
<b>A</b>		от -40 до -50	
<b>B+</b>	<b>Высокий</b>	от -30 до -40	То же
<b>B</b>		от -15 до -30	
<b>C+</b>	<b>Нормальный</b>	от - 5 до - 15	-
<b>C</b>		от + 5 до - 5	
<b>C-</b>		от + 15 до + 5	
<b>При эксплуатации существующих зданий</b>			
<b>D</b>	<b>Пониженный</b>	от + 15,1 до + 50	Желательна реконструкция здания

			после 2020г.
<b>Е</b>	<b>Низкий</b>	более +50	Необходимо утепление здания

**10.4** Присвоение классов «D, E» на стадии проектирования не допускается. Классы «A, B, C» устанавливаются для вновь возводимых и реконструируемых зданий на стадии разработки проекта и впоследствии их уточняют по результатам эксплуатации. Для достижения классов «A, B» органам администраций субъектов Российской Федерации рекомендуется применять меры по экономическому стимулированию участников проектирования и строительства. Классы «D, E» устанавливаются при эксплуатации возведенных до 2000 г. зданий с целью разработки органами администраций субъектов Российской Федерации очередности и мероприятий по реконструкции этих зданий.

**10.5** Класс энергетической эффективности здания на стадии проект должен определяться исходя из сравнения (определения величины отклонения) расчетных и нормативных значений показателей энергетической эффективности, отражающих удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию с учетом типа и назначения здания;

**10.6** Класс энергетической эффективности при сдаче-приемке в эксплуатацию законченного строительством или реконструкцией здания устанавливается на основе результатов обязательного расчетно – экспериментального контроля нормируемых энергетических показателей дома, в том числе удельного энергопотребления на отопление и вентиляцию, пересчитанного на нормализованный отопительный период согласно ГОСТ 31168.

**10.7** Класс энергетической эффективности эксплуатируемых зданий определяется по результатам энергетического обследования путем сопоставления величины отклонения в % фактического нормализованного удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период требованиям базового уровня по таблицам 13 - 14 при условии обеспечения воздушно-теплого режима в квартирах или помещениях общественного назначения.

**10.8** Для многоквартирных домов нормального класса энергоэффективности (класс «C») срок, в течение которого выполнение таких требований обеспечивается застройщиком, должен составлять не менее пяти лет с момента ввода их в эксплуатацию. Для многоквартирных домов высокого класса энергетической эффективности (по классу «B») и очень высокого класса энергетической эффективности (по классу «A») выполнение таких требований должно быть обеспечено застройщиком в течение первых десяти лет эксплуатации. При этом во всех случаях на застройщике лежит обязанность проведения обязательного расчетно – экспериментального контроля нормируемых энергетических показателей дома как при сдаче-приемке дома в эксплуатацию, так и последующего их подтверждения не реже, чем один раз в пять лет. Расчетно – экспериментальный контроль и присвоение класса энергетической эффективности при сдаче-приемке дома в эксплуатацию осуществляется за счет средств застройщика.

## **11. Требования к энергетическому паспорту проекта здания**

**11.1** Энергетический паспорт жилых и общественных зданий предназначен для подтверждения соответствия удельного показателя тепловой энергетической эффективности, других удельных характеристик и теплозащитных характеристик ограждений здания показателям, установленным в настоящих нормах.

**11.2** Энергетический паспорт следует заполнять при разработке проектов новых, реконструируемых, капитально ремонтируемых жилых и общественных зданий, при расчетно – экспериментальном контроле при приемке зданий в эксплуатацию, а также в процессе подтверждения класса энергетической эффективности при эксплуатации построенных зданий.

Энергетические паспорта для квартир, предназначенных для раздельного использования в блокированных зданиях, могут быть получены, базируясь на общем энергетическом паспорте здания в целом для блокированных зданий с общей системой отопления.

**11.3** Энергетический паспорт здания не предназначен для расчетов за коммунальные

услуги, оказываемые квартиросъемщикам и владельцам квартир, а также собственникам здания.

**11.4** Энергетический паспорт здания следует заполнять:

а) на стадии разработки проекта и на стадии привязки к условиям конкретной площадки — проектной организацией;

б) на стадии сдачи строительного объекта в эксплуатацию — проектной организацией на основе анализа отступлений от первоначального проекта, допущенных при строительстве здания. При этом учитываются:

данные технической документации (исполнительные чертежи, акты на скрытые работы, паспорта, справки, предоставляемые приемочным комиссиям и прочее);

изменения, вносившиеся в проект и санкционированные (согласованные) отступления от проекта в период строительства;

итоги текущих и целевых проверок соблюдения теплотехнических характеристик объекта и инженерных систем техническим и авторским надзором.

В случае необходимости (несогласованное отступление от проекта, отсутствие необходимой технической документации, брак) заказчик и инспекция ГАСН вправе потребовать проведения испытания ограждающих конструкций;

в) на стадии эксплуатации строительного объекта — выборочно и после годичной эксплуатации здания. Включение эксплуатируемого здания в список на заполнение энергетического паспорта, анализ заполненного паспорта и принятие решения о необходимых мероприятиях производятся в порядке, определяемом решениями администраций субъектов Российской Федерации.

**11.5** Энергетический паспорт проекта здания должен содержать следующие данные о проекте здания:

- общую информацию;
- условия расчетные климатические;
- показатели геометрические;
- показатели теплозащитные ограждающих конструкций;
- показатели теплоэнергетические;
- коэффициенты, характеризующие отдельные технические решения;
- удельный показатель тепловой энергетической эффективности;
- показатели тепловой энергетической эффективности;
- удельные характеристики здания (теплозащитную, вентиляционную, бытовых тепловыделений, теплоступлений в здание от солнечной радиации);
- расходы энергии и ресурсов годовые;
- пояснительную записку.

**11.6** Энергетические паспорта проекта здания составляют отдельно по жилой части и нежилым помещениям для жилых зданий со встроенно-пристроенными нежилыми помещениями, полезная площадь которых превышает 20 % площади квартир, и для пристроенных помещений общественного назначения, не объединенных со встроенными помещениями.

Энергетический паспорт проекта здания составляют единым для жилых зданий со встроенно-пристроенными помещениями меньшей площади.

**11.7** Энергетический паспорт проекта здания заполняют по форме, приведенной в приложении Д, и оформляют подписями главного инженера (архитектора) комплексного проекта, главных инженеров проекта по разделам инженерного оборудования и других ответственных исполнителей.

**11.8** Ответственность за достоверность данных энергетического паспорта проекта здания несет проектная организация, разработавшая энергетический паспорт проекта здания.

**11.9** Данные энергетического паспорта проекта здания следует принимать в качестве основы для сопоставления с фактическим потреблением тепловой энергии и при расчетно-экспериментальных испытаниях теплозащитных свойств наружных ограждающих конструкций, для проверки удельного показателя тепловой энергетической эффективности.

**11.10** В задании на проектирование следует устанавливать класс тепловой энергетической эффективности здания в соответствии с классификацией по таблице 15. Присвоение класса «D» и ниже на стадии проектирования не допускается.

**11.11** Энергетический паспорт проекта здания разрабатывает проектная организация за счет средств заказчика на утверждаемой стадии. Государственная экспертиза должна осуществлять проверку правильности составления энергетического паспорта проекта здания, выполненных расчетов и соответствия удельного показателя тепловой энергетической эффективности нормируемому значению, а соответственно и класса тепловой энергетической эффективности.

**11.12** Контроль эксплуатируемых зданий на соответствие настоящим нормам осуществляется по результатам энергоаудита путем расчетно - экспериментального определения основных показателей энергоэффективности и теплозащитных параметров в соответствии с требованиями государственных стандартов и других норм, утвержденных в установленном порядке, на методы испытаний строительных материалов, конструкций и объектов в целом.

При этом на здания, исполнительная документация на строительство которых не сохранилась, энергетические паспорта здания составляются на основе материалов бюро технической инвентаризации, натурных технических обследований и измерений.

**11.13** Ответственность за достоверность данных энергетического паспорта здания несет организация, которая осуществляет его заполнение.

**11.14** Форма для заполнения энергетического паспорта здания приведена в приложении Д.

**ПЕРЕЧЕНЬ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ,  
НА КОТОРЫЕ ИМЕЮТСЯ ССЫЛКИ В ТЕКСТЕ**

1. Указ Президента РФ № 889 от 4 июня 2008 г. «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики»
2. Федеральный закон РФ от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»
3. Федеральный закон РФ 30 декабря 2009 года № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»
4. СП 44.13330.2011 «СНиП 2.09.04-87\* Административные и бытовые здания»
5. СП 54.13330.2011 «СНиП 31-01-2003 Здания жилые многоквартирные»
6. СНиП 31-06—2009 «Общественные здания и сооружения»
7. СНиП 2.10.03—84 Животноводческие, птицеводческие и звероводческие здания и помещения
8. СНиП 2.11.02—87 Холодильники
9. СНиП 23-01—99\* Строительная климатология
10. СНиП 31-05—2003 Общественные здания административного назначения
11. СанПиН 2.1.2.1002—00 Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям
12. СанПиН 2.2.4.548—96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
13. СП 23-101—2004 Проектирование тепловой защиты зданий
14. ГОСТ 12.1.005—88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
15. ГОСТ 26253—84 Здания и сооружения. Метод определения теплоустойчивости ограждающих конструкций
16. ГОСТ 26602.2—99 Блоки оконные и дверные. Методы определения воздухо- и водопроницаемости
17. ГОСТ 30494—96 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях
18. ГОСТ 26629—85 Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций
19. ГОСТ 30494—96 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях
20. ГОСТ 31166—2003 Конструкции ограждающие зданий и сооружений. Метод калориметрического определения коэффициента теплопередачи
21. ГОСТ 31167—2003 Здания и сооружения. Методы определения воздухопроницаемости ограждающих конструкций в натуральных условиях
22. ГОСТ 31168—2003 Здания жилые. Метод определения удельного потребления тепловой энергии на отопление

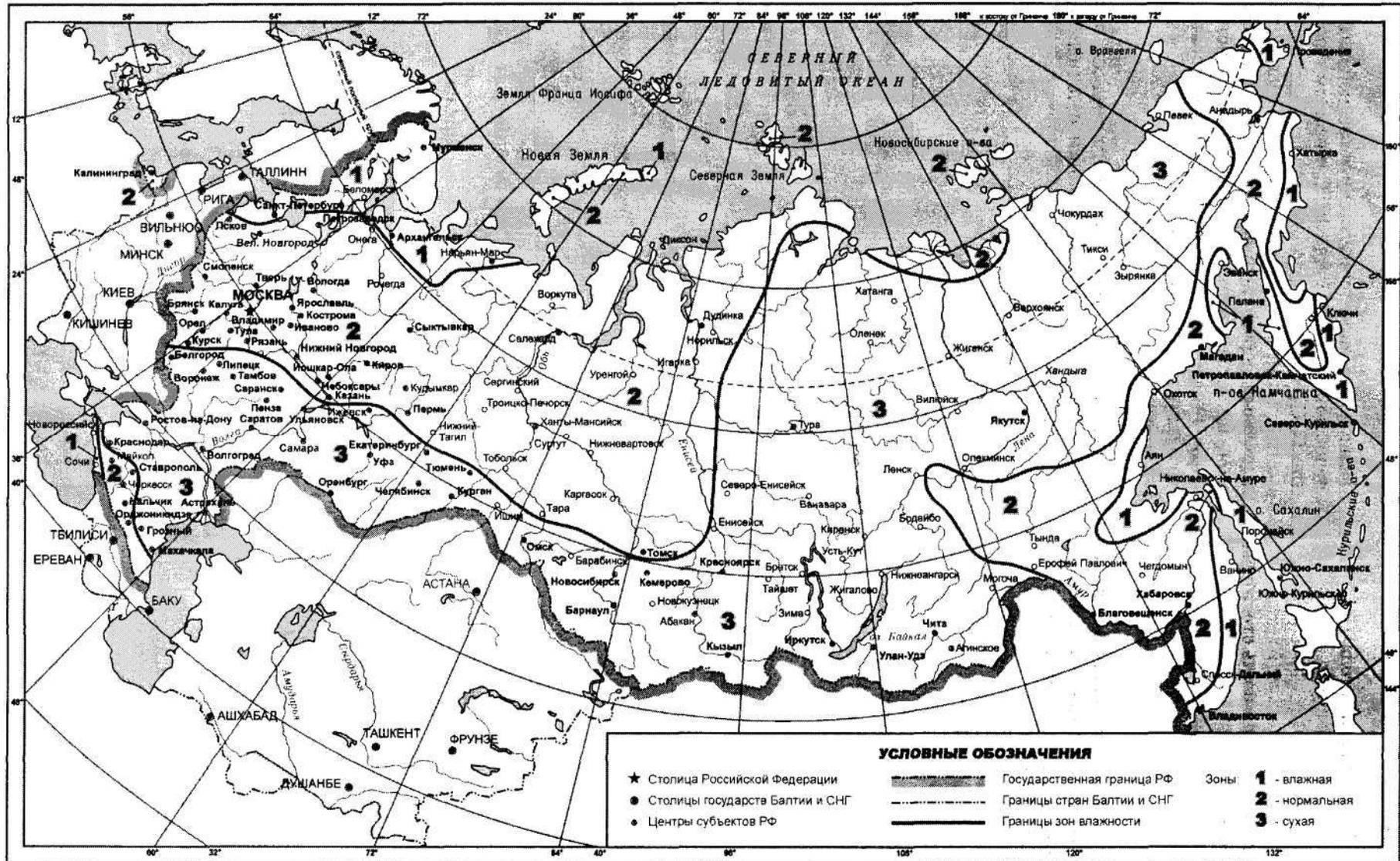
## ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

- 1 Тепловая защита здания**  
Thermal performance of a building
- 2 Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период**  
Specific energy demand for heating of a building of a heating season
- 3 Класс энергетической эффективности**  
Category of the energy efficiency rating
- 4 Энергетический паспорт проекта здания**  
The energy passport of the project of a building
- 4 Микроклимат помещения**  
Indoor climate of a premise
- 5 Оптимальные параметры микроклимата помещений**  
Optimum parameters of indoor climate of the premises
- 6 Дополнительные тепловыделения в здании**  
Internal heat gain to a building
- 7 Показатель компактности здания**  
Index of the shape of a building
- 8 Коэффициент остекленности фасада здания**  
Glazing-to-wall ratio
- 9 Отапливаемый объем здания**  
Heating volume of a building
- 10 Холодный (отопительный) период года**  
Cold (heating) season of a year
- 11 Теплый период года**  
Warm season of a year
- 12 Продолжительность отопительного периода**  
Length of the heating season
- 13 Средняя температура наружного воздуха отопительного периода**
- Теплозащитные свойства совокупности наружных и внутренних ограждающих конструкций здания, обеспечивающие заданный уровень расхода тепловой энергии (теплопоступлений) здания с учетом воздухообмена помещений не выше допустимых пределов, а также их воздухопроницаемость и защиту от переувлажнения при оптимальных параметрах микроклимата его помещений
- Нормализованное* количество тепловой энергии за отопительный период, необходимое для компенсации теплопотерь здания с учетом воздухообмена и дополнительных тепловыделений при нормируемых параметрах теплового и воздушного режимов помещений в нем, отнесенное к единице площади или к единице отапливаемого объема и градусо-суткам отопительного периода
- Обозначение уровня энергетической эффективности здания, характеризуемого интервалом значений удельного *годового потребления* энергии на отопление и *вентиляцию*, в % от *базового нормируемого значения*.
- Документ, содержащий энергетические, теплотехнические и геометрические характеристики как существующих зданий, так и проектов зданий и их ограждающих конструкций, и устанавливающий соответствие их требованиям нормативных документов и класс энергетической эффективности
- Состояние внутренней среды помещения, оказывающее воздействие на человека, характеризуемое показателями температуры воздуха и ограждающих конструкций, влажностью и подвижностью воздуха (по ГОСТ 30494)
- Сочетание значений показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают тепловое состояние организма при минимальном напряжении механизмов терморегуляции и ощущение комфорта не менее чем у 80 % людей, находящихся в помещении (по ГОСТ 30494)
- Теплота, поступающая в помещения здания от людей, включенных энергопотребляющих приборов, оборудования, электродвигателей, искусственного освещения и др., а также от проникающей солнечной радиации
- Отношение общей площади внутренней поверхности наружных ограждающих конструкций здания к заключенному в них отапливаемому объему
- Отношение площадей светопроемов к суммарной площади наружных ограждающих конструкций фасада здания, включая светопроемы
- Объем, ограниченный внутренними поверхностями наружных ограждений здания — стен, покрытий (чердачных перекрытий), перекрытий пола первого этажа или пола подвала при отапливаемом подвале
- Период года, характеризующийся средней суточной температурой наружного воздуха, равной и ниже 10 или 8 °С в зависимости от вида здания (по ГОСТ 30494)
- Период года, характеризующийся средней суточной температурой воздуха выше 8 или 10 °С в зависимости от вида здания (по ГОСТ 30494)
- Расчетный период времени работы системы отопления здания, представляющий собой среднее статистическое число суток в году, когда средняя суточная температура наружного воздуха устойчиво равна и ниже 8 или 10 °С в зависимости от вида здания
- Расчетная температура наружного воздуха, осредненная за отопительный период по средним суточным температурам

Mean temperature of outdoor air of the heating season			наружного воздуха
<b>14 Приведенное сопротивление теплопередаче фрагмента ограждающей конструкции</b> The reduced resistance to a heat transfer of a fragment of a enclosing	$R_o^{np}$ , $m^2 \text{ } ^\circ C / \text{Вт}$		Физическая величина, характеризующая усредненную по площади плотность потока теплоты через фрагмент теплозащитной оболочки здания в стационарных условиях теплопередачи, численно равная отношению разности температур по разные стороны фрагмента к усредненной по площади плотности потока теплоты через фрагмент.
<b>15 Условное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции</b> The conventional resistance to a heat transfer of a fragment of a enclosing	$R_o^{усл}$ , $m^2 \text{ } ^\circ C / \text{Вт}$		Физическая величина численно равная приведенному сопротивлению теплопередаче условной ограждающей конструкции, в которой отсутствуют теплотехнические неоднородности.
<b>16 Коэффициент теплотехнической однородности</b> Factor of thermotechnical uniformity	$r$		Безразмерный показатель, численно равный отношению потока теплоты через фрагмент ограждающей конструкции к потоку теплоты через условную ограждающую конструкцию с той же площадью поверхности, что и фрагмент.
<b>17 Теплотехнически неоднородный фрагмент ограждающей конструкции (Теплотехническая неоднородность)</b> Thermotechnical nonuniform fragment of a enclosing			Фрагмент ограждающей конструкции, в котором линии равной температуры располагаются не параллельно друг другу.
<b>17 Удельные потери теплоты через линейную теплотехническую неоднородность</b> Specific losses of heat through linear thermotechnical uniformity	$\Psi$ , $\text{Вт} / (\text{м}^\circ \text{C})$		Удельные потери теплоты, отнесенные к единице длины линейной теплотехнической неоднородности.
<b>19 Удельные потери теплоты через точечную теплотехническую неоднородность</b> Specific losses of heat through dot thermotechnical uniformity	$K$ , $\text{Вт} / ^\circ \text{C}$		Удельные потери теплоты, приходящиеся на одну точечную теплотехническую неоднородность.
<b>20 Удельная теплозащитная характеристика здания</b> The specific heat protection characteristic of a building	$k_{об}$ , $\text{Вт} / (\text{м}^3 \text{ } ^\circ \text{C})$		Характеристика теплозащитной оболочки здания. Физическая величина численно равная потерям тепловой энергии единицы отапливаемого объема в единицу времени при перепаде температуры в $1^\circ \text{C}$ , через теплозащитную оболочку здания
<b>21 Теплозащитная оболочка здания</b> Heat protection enclosure of a building			Совокупность ограждающих конструкций, образующих замкнутый контур, ограничивающий отапливаемый объем здания.
<b>22 Точка росы</b> Dew-point			Температура, при которой начинается образование конденсата в воздухе с определенной температурой и относительной влажностью.
<b>23 Удельные единовременные затраты на экономию 1 кВт ч/год</b> Specific lumpsum expenses for economy of 1 kW h/year	$\Omega_{кон}$ , $\text{руб} / (\text{кВт ч} / \text{год})$		Единовременные затраты на энергосберегающее мероприятие, отнесенные к величине экономии тепловой энергии 1 кВт ч/год при ГСОП = $1000^\circ \text{C сут.} / \text{год}$ , $\text{руб} / \text{м}^2$
<b>24 Удельная прибыль от экономии энергетической единицы 1 кВт ч/год, руб/(кВт ч/год)</b> Specific profit on economy of power unit of 1 kW h/year	$\Omega_T$ , $\text{руб} / (\text{кВт ч} / \text{год})$		Прибыль, получаемая за счет энергосберегающего мероприятия, отнесенная к величине экономии тепловой энергии 1 кВт ч/год при ГСОП = $1000^\circ \text{C сут.} / \text{год}$ , $\text{руб} / (\text{кВт ч} / \text{год})$
<b>25 Энергетическая эффективность</b> Energy efficiency			Характеристика, отражающая отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам энергетических ресурсов, произведенным в целях получения такого эффекта.
<b>26 Энергосбережение</b> Energy savings			Реализация организационных, правовых, технических, технологических, экономических и иных мер, направленных на уменьшение объема используемых энергетических ресурсов

при сохранении соответствующего полезного эффекта от их использования.

КАРТА ЗОН ВЛАЖНОСТИ



## РАСЧЕТ УДЕЛЬНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСХОДА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ОТОПЛЕНИЕ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЯ

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

$$q_{от}^p = [k_{об} + k_{вент} - (k_{быт} + k_{рад}) \cdot v \cdot \zeta] \cdot (1 - \xi) \cdot \beta_h \quad (\text{Г.1})$$

- $k_{об}$  — удельная теплозащитная характеристика здания, Вт/(м<sup>3</sup>·°С), определяется в соответствии с приложением Ж;
- $k_{вент}$  — удельная вентиляционная характеристика здания, Вт/(м<sup>3</sup>·°С);
- $k_{быт}$  — удельная характеристика бытовых тепловыделений здания, Вт/(м<sup>3</sup>·°С);
- $k_{рад}$  — удельная характеристика тепlopоступлений в здание от солнечной радиации, Вт/(м<sup>3</sup>·°С);
- $\xi$  — коэффициент, учитывающий снижение тепlopотребления 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 тепlopотребление системы отопления, связанное с дискретностью номинального теплового потока номенклатурного ряда отопительных приборов, их дополнительными тепlopотерями через радиаторные участки ограждений, повышенной температурой воздуха в угловых помещениях, тепlopотерями трубопроводов, проходящих через неотапливаемые помещения для:
- многосекционных и других протяженных зданий  $\beta_h = 1,13$ ;
  - зданий башенного типа  $\beta_h = 1,11$ ;
  - зданий с отапливаемыми подвалами или чердаками  $\beta_h = 1,07$ ;
  - зданий с отапливаемыми подвалами и чердаками, а также с квартирными генераторами теплоты  $\beta_h = 1,05$ .
- $v$  — коэффициент снижения тепlopоступлений за счет тепловой инерции ограждающих конструкций; рекомендуемые значения определяются по формуле  $v = 0,7 + 0,000025(GCOП - 1000)$ ;
- $\zeta$  — коэффициент эффективности авторегулирования подачи теплоты в системах отопления; рекомендуемые значения:
- $\zeta = 1,0$  — 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;
  - $\zeta = 0,9$  — 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;

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

$$k_{\text{вент}} = 0,28 \cdot c \cdot n_{\text{в}} \cdot \beta_{\text{в}} \cdot \rho_{\text{в}}^{\text{вент}} (1 - k_{\text{эф}}) \quad (\text{Г.2})$$

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

$\beta_{\text{в}}$  - коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций. При отсутствии данных принимать  $\beta_{\text{в}} = 0,85$ ;

$\rho_{\text{в}}^{\text{вент}}$  - средняя плотность приточного воздуха за отопительный период, кг/м<sup>3</sup>

$$\rho_{\text{в}}^{\text{вент}} = 353 / [273 + t_{\text{от}}] , \quad (\text{Г.3})$$

$t_{\text{от}}$  - то же что и в формуле (5.2), °С.

$n_{\text{в}}$  - средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период, ч<sup>-1</sup>, определяемая по п. Г.3;

$k_{\text{эф}}$  - коэффициент эффективности рекуператора;

Коэффициент эффективности рекуператора,  $k_{\text{эф}}$ , отличен от нуля в том случае, если:

Средняя воздухопроницаемость квартир жилых и помещений общественных зданий (при закрытых приточно-вытяжных вентиляционных отверстиях) обеспечивает в период испытаний воздухообмен кратностью  $n_{50}$ , ч<sup>-1</sup>, при разности давлений 50 Па наружного и внутреннего воздуха при вентиляции с механическим побуждением  $n_{50} \leq 2$  ч<sup>-1</sup>.

Кратность воздухообмена зданий и помещений при разности давлений 50 Па и их среднюю воздухопроницаемость определяют по ГОСТ 31167.

**Г.3** Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период  $n_{\text{в}}$ , ч<sup>-1</sup>, рассчитывается по суммарному воздухообмену за счет вентиляции и инфильтрации по формуле

$$n_{\text{в}} = [(L_{\text{вент}} n_{\text{вент}}) / 168 + (G_{\text{инф}} \cdot n_{\text{инф}}) / (168 \rho_{\text{в}}^{\text{вент}})] / (\beta_{\text{в}} V_{\text{от}}) \quad (\text{Г.4})$$

где  $L_{\text{вент}}$  - количество приточного воздуха в здание при неорганизованном притоке либо нормируемое значение при механической вентиляции, м<sup>3</sup>/ч, равное для:

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

б) других жилых зданий —  $0,35 \cdot h_{\text{эт}} \cdot (A_{\text{ж}})$ , но не менее 30 м; где  $m$  — расчетное число жителей в здании;

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

$A_{\text{ж}}$ ;  $A_p$  — для жилых зданий — площадь жилых помещений ( $A_{\text{ж}}$ ), к которым относятся спальни, детские, гостиные, кабинеты, библиотеки, столовые, кухни-столовые; для общественных и административных зданий — расчетная площадь ( $A_p$ ), определяемая согласно СНиП 31-05 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>;

$h_{\text{эт}}$  - высота этажа от пола до потолка, м;

$n_{\text{вент}}$  — число часов работы механической вентиляции в течение недели;

168 — число часов в неделе;

$G_{\text{инф}}$  — количество инфильтрующегося воздуха в здание через ограждающие конструкции, кг/ч: для жилых зданий — воздуха, поступающего в лестничные клетки в течение суток отопительного периода, определяемое согласно Г.4; для общественных зданий — воздуха, поступающего через неплотности светопрозрачных конструкций и дверей; допускается принимать для общественных зданий в нерабочее время в зависимости от этажности здания: до трех этажей — равным

- $0,1\beta_v V_{общ}$ , от четырех до девяти этажей –  $0,15\beta_v V_{общ}$ , выше девяти этажей –  $0,2\beta_v V_{общ}$ , где  $V_{общ}$  – отопляемый объем общественной части здания;
- $G_{инф}$  — количество инфильтрующегося воздуха в здание через ограждающие конструкции, кг/ч, определяемое согласно Г.4;
- $n_{инф}$  — число часов учета инфильтрации в течение недели, ч, равное 168 для зданий с сбалансированной приточно-вытяжной вентиляцией и  $(168 - n_{вент})$  для зданий, в помещениях которых поддерживается подпор воздуха во время действия приточной механической вентиляции;
- $V_{от}$  — отопляемый объем здания, равный объему, ограниченному внутренними поверхностями наружных ограждений зданий, м<sup>3</sup>;
- $\rho_e^{вент}$  — то же, что и в формулах (Г.2 и Г.3);
- $\beta_v$  - то же, что и в формуле (Г.2).

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, должно составлять весь отопляемый объем). Все полученные коэффициенты воздухообмена суммируются и суммарный коэффициент подставляется в формулу (Г.2) для расчета удельной вентиляционной характеристики здания.

**Г.4** Количество инфильтрующегося воздуха, поступающего в лестничную клетку жилого здания или в помещения общественного здания через неплотности заполнения проемов, полагая, что все они находятся на наветренной стороне, следует определять по формуле

$$G_{инф} = (A_{ок} / R_{и,ок}^{mp}) \cdot (\Delta p_{ок} / 10)^{2/3} + (A_{дв} / R_{и,дв}^{mp}) \cdot (\Delta p_{дв} / 10)^{1/2} \quad (Г.5)$$

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

$R_{и,ок}^{mp}$  и  $R_{и,дв}^{mp}$  соответственно требуемое сопротивление воздухопроницанию окон и балконных дверей и входных наружных дверей, м<sup>2</sup>·ч/кг;

$\Delta p_{ок}$  и  $\Delta p_{дв}$  - соответственно расчетная разность давлений наружного и внутреннего воздуха, Па, для окон и балконных дверей и входных наружных дверей, определяют по формуле (7.2) для окон и балконных дверей с заменой в ней величины 0,55 на 0,28 и с вычислением удельного веса по формуле (7.3) при температуре воздуха равной  $t_{от}$ , где  $t_{от}$  - то же что и в формуле (5.2).

Для общественных зданий в нерабочее время — количество инфильтрующегося воздуха, поступающего через неплотности светопрозрачных конструкций и дверей; допускается принимать в зависимости от этажности здания: до трех этажей – равным  $0,1\beta_v V_{общ}$ , от четырех до девяти этажей –  $0,15\beta_v V_{общ}$ , выше девяти этажей –  $0,2\beta_v V_{общ}$ , где  $V_{общ}$  – отопляемый объем общественной части здания.

Для лестнично-лифтовых узлов (ЛЛУ) жилых зданий— количество инфильтрующегося воздуха, поступающего через неплотности заполнения проемов; допускается принимать в зависимости от этажности здания: до трех этажей – равным  $0,3\beta_v V_{ЛЛУ}$ , от четырех до девяти этажей –  $0,45\beta_v V_{ЛЛУ}$ , выше девяти этажей –  $0,6\beta_v V_{ЛЛУ}$ , где  $V_{ЛЛУ}$  – отопляемый объем лестнично-лифтовых холлов здания. Для ЛЛУ без поэтажных выходов на балконы количество инфильтрующегося воздуха, полученное по упрощенным формулам следует уменьшать в 2 раза.

**Г.5** Удельную характеристику бытовых тепловыделений здания,  $k_{быт}$ , Вт/(м<sup>3</sup> °С), следует определять по формуле:

$$k_{быт} = \frac{q_{быт} \cdot A_{ж}}{V_{от} \cdot (t_e - t_{от})} \quad (Г.6)$$

$q_{быт}$  — величина бытовых тепловыделений на 1 м<sup>2</sup> площади жилых помещений ( $A_{ж}$ ) или расчетной площади общественного здания ( $A_p$ ), Вт/м<sup>2</sup>, принимаемая для:

- а) 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) жилых зданий с расчетной заселенностью квартир  $45 \text{ м}^2$  общей площади и более на человека  $q_{\text{быт}} = 10 \text{ Вт/м}^2$ ;
- в) других жилых зданий — в зависимости от расчетной заселенности квартир по интерполяции величины  $q_{\text{быт}}$  между 17 и  $10 \text{ Вт/м}^2$ ;
- г) для общественных и административных зданий бытовые тепловыделения учитываются по расчетному числу людей ( $90 \text{ Вт/чел}$ ), находящихся в здании, освещения (по установочной мощности) и оргтехники ( $10 \text{ Вт/м}^2$ ) с учетом рабочих часов в неделю;

$t_{\theta}, t_{om}$  - то же что и в формуле (5.2), °C;

$A_{ж}$  — то же, что и в Г.3.

**Г.6** Удельную характеристику теплопоступлений в здание от солнечной радиации,  $k_{рад}$ ,  $\text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$ , следует определять по формуле:

$$k_{рад} = \frac{11,6 \cdot Q_{рад}^{zod}}{(V_{om} \cdot ГСОП)} \quad (\text{Г.7})$$

где  $Q_{рад}^{zod}$  - теплопоступления через окна и фонари от солнечной радиации в течение отопительного периода,  $\text{МДж/год}$ , для четырех фасадов зданий, ориентированных по четырем направлениям, определяемые по формуле:

$$Q_{рад}^{zod} = \tau_{1ок} \tau_{2оо} (A_{ок1} I_1 + A_{ок2} I_2 + A_{ок3} I_3 + A_{ок4} I_4) + \tau_{1ф\phi\sigma} \tau_{2ф\phi\sigma} A_{фон} I_{zop} \quad (\text{Г.8})$$

$\tau_{1ок}, \tau_{1фон}$  — коэффициенты относительного проникания солнечной радиации для светопропускающих заполнений соответственно окон и зенитных фонарей, принимаемые по паспортным данным соответствующих светопропускающих изделий; при отсутствии данных следует принимать по своду правил; мансардные окна с углом наклона заполнений к горизонту  $45^\circ$  и более следует считать как вертикальные окна, с углом наклона менее  $45^\circ$  — как зенитные фонари;

$\tau_{2ок}, \tau_{2фон}$  — коэффициенты, учитывающие затенение светового проема соответственно окон и зенитных фонарей непрозрачными элементами заполнения, принимаемые по проектным данным; при отсутствии данных следует принимать по своду правил;

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

$A_{ок3}, A_{ок4}$  — площадь светопроемов 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 облачности, соответственно ориентированная по четырем фасадам здания,  $\text{МДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ , определяется по методике свода правил;

Примечание — Для промежуточных направлений величину солнечной радиации следует определять по интерполяции;

$I_{zop}$  — средняя за отопительный период величина солнечной радиации на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности,  $\text{МДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ , определяется по своду правил.

$V_{om}$  — то же, что и в Г.3.

ГСОП — по п.п. 5.2.

**Г.7** Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период  $q$ ,  $\text{кВт ч}/(\text{м}^3 \cdot \text{год})$  или,  $\text{кВт ч}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$  следует определять по формулам:

$$q = 0,024 \cdot ГСОП \cdot q_{om}^p, \quad \text{кВт ч}/(\text{м}^3 \cdot \text{год}) \quad (\text{Г.9})$$

$$q = 0,024 \cdot ГСОП \cdot q_{om}^p \cdot h, \quad \text{кВт ч}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}) \quad (\text{Г.9а})$$

где  $q_{om}^p$  - То же, что в Г.1 и Г.6

ГСОП - То же, что в (5.2)

$h$  — средняя высота этажа здания, м, равная  $V_{om}/A_{om}$ ;

$A_{om}$  — сумма площадей этажей здания, измеренных в пределах внутренних поверхностей наружных стен,  $m^2$ , за исключением технических этажей и гаражей;

$V_{om}$  — То же, что в Г.3

Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период  $Q_{om}^{zod}$ , кВт ч/год следует определять по формуле:

$$Q_{om}^{zod} = 0,024 \cdot ГСОП \cdot V_{om} \cdot q_{om}^p \quad (Г.10)$$

**Г.8** Общие теплопотери здания за отопительный период  $Q_{общ}^{zod}$ , кВт ч/год, следует определять по формуле:

$$Q_{общ}^{zod} = 0,024 \cdot ГСОП \cdot V_{om} \cdot (k_{об} + k_{вент}) \quad (Г.11)$$

где ГСОП - То же, что в (5.2)

$V_{om}$  — То же, что в Г.3

$k_{об}$ ,  $k_{вент}$  То же, что в Г.1

ФОРМА ДЛЯ ЗАПОЛНЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПАСПОРТА ЗДАНИЯ

**1. Общая информация**

Дата заполнения (число, месяц, год)	
Адрес здания	
Разработчик проекта	
Адрес и телефон разработчика	
Шифр проекта	
Назначение здания, серия	
Этажность, количество секций	
Количество квартир	
Расчетное количество жителей или служащих	
Размещение в застройке	
Конструктивное решение	

**2. Расчетные условия**

	Наименование расчетных параметров	Обозначение параметра	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/год	
4	Градусо-сутки отопительного периода	$ГСОП$	°С·сут/год	
5	Расчетная температура внутреннего воздуха для проектирования теплозащиты	$t_v$	°С	
6	Расчетная температура чердака	$t_{чёрд}$	°С	
7	Расчетная температура техподполья	$t_{подп}$	°С	

**3. Показатели геометрические**

№ п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения		Расчетное проектное значение	Фактическое значение
8	Сумма площадей этажей здания	$A_{om}, м^2$	—		
9	Площадь жилых помещений	$A_{жс}, м^2$	—		
10	Расчетная площадь (общественных зданий)	$A_p, м^2$	—		
11	Отапливаемый объем	$V_{om}, м^3$	—		
12	Коэффициент остекленности фасада здания	$f$			
13	Показатель компактности здания	$K_{комп}$			
14	Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания, в том числе:	$A_n^{сум}, м^2$	—		
	– фасадов	$A_{фас}$	—		
	– стен (раздельно по типу конструкции)	$A_{ст}$	—		
	– окон и балконных дверей	$A_{ок.1}$	—		
	– витражей	$A_{ок.2}$	—		
	– фонарей	$A_{ок.3}$	—		
	– окон лестнично-лифтовых узлов	$A_{ок.4}$	—		
	– балконных дверей наружных переходов	$A_{обв}$	—		
	– входных дверей и ворот (раздельно)	$A_{овв}$	—		
	– покрытий (совмещенных)	$A_{покp}$	—		
	– чердачных перекрытий	$A_{чёрд}$	—		

<ul style="list-style-type: none"> <li>– перекрытий «теплых» чердаков (эквивалентная)</li> <li>– перекрытий над техническими подпольями или над неотапливаемыми подвалами (эквивалентная)</li> <li>– перекрытий над проездами или под эркерами</li> <li>– стен в земле и пола по грунту (раздельно)</li> </ul>	$A_{черд.т}$	–		
	$A_{цок1}$	–		
	$A_{цок2}$	–		
	$A_{цок3}$	–		

#### 4. Показатели теплотехнические

№ п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормируемое значение	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
16	Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений, в том числе:	$R_o^{np}$ , м <sup>2</sup> ·°С/Вт			
	– стен (раздельно по типу конструкции)	$R_{o,ст}^{np}$			
	– окон и балконных дверей	$R_{o,ок1}^{np}$			
	– витражей	$R_{o,ок2}^{np}$			
	– фонарей	$R_{o,ок3}^{np}$			
	– окон лестнично-лифтовых узлов	$R_{o,ок4}^{np}$			
	– балконных дверей наружных переходов	$R_{o,дв}^{np}$			
	– входных дверей и ворот (раздельно)	$R_{o,дв}^{np}$			
	– покрытий (совмещенных)	$R_{o,покp}^{np}$			
	– чердачных перекрытий	$R_{o,черд}^{np}$			
	– перекрытий «теплых» чердаков (эквивалентное)	$R_{o,черд.т}^{np}$			
	– перекрытий над техническими подпольями или над неотапливаемыми подвалами (эквивалентное)	$R_{o,док.1}^{np}$			
	– перекрытий над проездами или под эркерами	$R_{o,док.2}^{np}$			
	– стен в земле и пола по грунту (раздельно)	$R_{o,док.3}^{np}$			

#### 5. Показатели вспомогательные

№	Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Нормируемое значение показателя	Расчетное проектное значение показателя
17	Общий коэффициент теплопередачи здания	$K_{общ}$ Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)		
18	Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период при удельной норме воздухообмена	$n_{в}$ ч <sup>-1</sup>		
19	Удельные бытовые тепловыделения в здании	$q_{быт}$ , Вт/м <sup>2</sup>	-	
20	Тарифная цена тепловой энергии для проектируемого здания	$C_{тепл}$ руб./кВт ч		
21	Удельная цена отопительного оборудования и подключения к тепловой сети в районе строительства	$C_{от}$ руб/(кВт ч/год)		
22	Удельная прибыль от экономии энергетической единицы	$\Omega_{пр}$ , руб./(кВт·ч/год)	-	

## 6. Удельные характеристики

№	Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Нормируемое значение показателя	Расчетное проектное значение показателя
23	Удельная теплозащитная характеристика здания	$k_{об}$ , Вт/(м <sup>3</sup> ·°С)		
24	Удельная вентиляционная характеристика здания	$k_{вент}$ , Вт/(м <sup>3</sup> ·°С)		
25	Удельная характеристика бытовых тепловыделений здания	$k_{быт}$ , Вт/(м <sup>3</sup> ·°С)		
26	Удельная характеристика теплопоступлений в здание от солнечной радиации	$k_{рад}$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)		

## 7. Коэффициенты

	Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Нормативное значение показателя
27	Коэффициент эффективности авторегулирования отопления	$\zeta$	
28	Коэффициент, учитывающий снижение теплопотребления жилых зданий при наличии поквартирного учета тепловой энергии на отопление	$\xi$	
29	Коэффициент эффективности рекуператора	$k_{эф}$	
30	Коэффициент, учитывающий снижение использования теплопоступлений в период превышения их над теплопотерями	$\nu$	
31	Коэффициент учета дополнительных теплопотерь системы отопления	$\beta_h$	

## 8. Комплексные показатели энергоэффективности

	Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Нормативное значение показателя
35	Расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$q_{от}^p$ , Вт/(м <sup>3</sup> ·°С) [Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)]	
36	Нормируемая удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$q_{от}^{mp}$ , Вт/(м <sup>3</sup> ·°С) [Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)]	
37	Класс энергетической эффективности		
38	Соответствует ли проект здания нормативному требованию по теплозащите		<b>ДА</b>

## 9. Энергетические нагрузки здания

№	Показатель	Обозначения	Единица измерений	Величина
39	Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$q$	кВт ч/(м <sup>3</sup> ·год) кВт ч/(м <sup>2</sup> ·год)	
40	Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$Q_{от}^{zод}$	кВт ч/(год)	
41	Общие теплопотери здания за отопительный период	$Q_{общ}^{zод}$	кВт ч/(год)	

## РАСЧЕТ ПРИВЕДЕННОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ ФРАГМЕНТА ТЕПЛОЗАЩИТНОЙ ОБОЛОЧКИ ЗДАНИЯ ИЛИ ЛЮБОЙ ВЫДЕЛЕННОЙ ОГРАЖДАЮЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ

Расчет основан на представлении фрагмента теплозащитной оболочки здания в виде набора независимых элементов, каждый из которых влияет на тепловые потери через фрагмент. Удельные потери теплоты, обусловленные каждым элементом, находятся на основе сравнения потока теплоты через узел содержащий элемент и через тот же узел, но без исследуемого элемента.

**Е.1** Приведенное сопротивление теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания  $R_o^{np}$ ,  $\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ , следует определять по формуле:

$$R_o^{np} = \frac{l}{\frac{l}{R_o^{усл}} + \sum l_j \Psi_j + \sum n_k K_k} = \frac{l}{\sum a_i U_i + \sum l_j \Psi_j + \sum n_k K_k} \quad (\text{Е.1})$$

где  $R_o^{усл}$  – осредненное по площади условное сопротивление теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания либо выделенной ограждающей конструкции,  $\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ;

$l_j$  – протяженность линейной неоднородности  $j$ -ого вида, приходящаяся на 1 квадратный метр фрагмента теплозащитной оболочки здания, или выделенной ограждающей конструкции,  $\text{м}/\text{м}^2$ ;

$\Psi_j$  – удельные потери теплоты через линейную неоднородность  $j$ -ого вида,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$ ;

$n_k$  – количество точечных неоднородностей  $k$ -ого вида, приходящихся на 1 квадратный метр фрагмента теплозащитной оболочки здания, или выделенной ограждающей конструкции,  $\text{шт}/\text{м}^2$ ;

$K_k$  – удельные потери теплоты через точечную неоднородность  $k$ -ого вида,  $\text{Вт}/^\circ\text{C}$ ;

$a_i$  – площадь плоского элемента конструкции  $i$ -го вида, приходящаяся на 1 квадратный метр фрагмента теплозащитной оболочки здания, или выделенной ограждающей конструкции,  $\text{м}^2/\text{м}^2$ ;

$$a_i = \frac{A_i}{\sum A_i} \quad (\text{Е.2})$$

где  $A_i$  – площадь  $i$ -ой части фрагмента,  $\text{м}^2$ ;

$U_i$  – коэффициент теплопередачи однородной  $i$ -ой части фрагмента теплозащитной оболочки здания (удельные потери теплоты через плоский элемент  $i$ -го вида),  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$ .

$$U_i = \frac{l}{R_{o,i}^{усл}} \quad (\text{Е.3})$$

**Е.2** Коэффициент теплотехнической однородности,  $r$ , вспомогательная величина, характеризующая эффективность утепления конструкции, определяется по формуле:

$$r = \frac{R_o^{np}}{R_o^{усл}} \quad (\text{Е.4})$$

Величина  $R_o^{усл}$  определяется осреднением по площади значений условных сопротивлений теплопередаче всех частей фрагмента теплозащитной оболочки здания:

$$R_o^{усл} = \frac{\sum A_i}{\sum \frac{A_i}{R_{o,i}^{усл}}} = \frac{l}{\sum a_i U_i} \quad (\text{Е.5})$$

$R_{o,i}^{усл}$  – условное сопротивление теплопередаче однородной части фрагмента теплоза-

щитной оболочки здания  $i$ -го вида,  $\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ , которое определяется либо экспериментально либо расчетом по формуле:

$$R_{o,i}^{ycl} = \frac{1}{\alpha_e} + \sum_s R_s + \frac{1}{\alpha_n} \quad (\text{E.6})$$

где  $\alpha_e$  - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ , для стены принимаемый равным  $8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$  согласно таблице 4;

$\alpha_n$  - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ , принимаемый равным  $23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$  согласно таблице 6;

$R_s$  - термическое сопротивление слоя однородной части фрагмента,  $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$ , определяемое для неветилируемых воздушных прослоек по таблице Е.1, для материальных слоев по формуле:

$$R_s = \frac{\delta_s}{\lambda_s} \quad (\text{E.7})$$

$\delta_s$  - толщина слоя, м;

$\lambda_s$  - теплопроводность материала слоя,  $\text{Вт}/(\text{м } ^\circ\text{C})$ , принимаемая по Своду Правил.

**Е.3** Удельные потери теплоты через линейную теплотехническую неоднородность определяются по результатам расчета двухмерного температурного поля узла конструкций при температуре внутреннего воздуха  $t_e$  и температуре наружного воздуха  $t_n$ .

$$\Psi_j = \frac{\Delta Q_j^L}{t_e - t_n} \quad (\text{E.8})$$

где  $t_e$  - расчетная температура внутреннего воздуха,  $^\circ\text{C}$ ;

$t_n$  - расчетная температура наружного воздуха,  $^\circ\text{C}$ ;

$\Delta Q_j^L$  - дополнительные потери теплоты через линейную теплотехническую неоднородность  $j$ -го вида, приходящиеся на один погонный метр,  $\text{Вт}/\text{м}$ , определяемые по формуле:

$$\Delta Q_j^L = Q_j^L - Q_{j,1} - Q_{j,2} \quad (\text{E.9})$$

где  $Q_j^L$  - потери теплоты через расчетную область с линейной теплотехнической неоднородностью  $j$ -го вида, приходящиеся на один погонный метр стыка, являющиеся результатом расчета температурного поля,  $\text{Вт}/\text{м}$ ;

$Q_{j,1}$ ,  $Q_{j,2}$  - потери теплоты через участки однородных частей фрагмента, вошедшие в расчетную область при расчете температурного поля области с линейной теплотехнической неоднородностью  $j$ -го вида,  $\text{Вт}/\text{м}$ , определяемые по формулам:

$$Q_{j,1} = \frac{t_e - t_n}{R_{o,j,1} \cdot IM} \cdot S_{j,1} \quad Q_{j,2} = \frac{t_e - t_n}{R_{o,j,2} \cdot IM} \cdot S_{j,2} \quad (\text{E.10})$$

где  $S_{j,1}$ ,  $S_{j,2}$  - площади однородных частей конструкции, вошедшие в расчетную область при расчете температурного поля,  $\text{м}^2$ ;

При этом величина  $S_{j,1} + S_{j,2}$  равна площади расчетной области при расчете температурного поля.

$\Psi_j$  - удельные линейные потери теплоты через линейную теплотехническую неоднородность  $j$ -го вида,  $\text{Вт}/(\text{м } ^\circ\text{C})$ .

**Е.4** Удельные потери теплоты через точечную теплотехническую неоднородность  $k$ -го вида, определяются по результатам расчета трехмерного температурного поля участка конструкции, содержащего точечную теплотехническую неоднородность по формуле :

$$K_k = \frac{\Delta Q_k^K}{t_e - t_n} \quad (\text{E.11})$$

где  $K_k$  - удельные потери теплоты через точечную теплотехническую неоднородность  $k$ -го вида,  $\text{Вт}/^\circ\text{C}$ ;

$\Delta Q_k^K$  - дополнительные потери теплоты через точечную теплотехническую неоднородность

$k$ -го вида, Вт, определяемые по формуле:

$$\Delta Q_k^K = Q_k - \tilde{Q}_k \quad (E.12)$$

где  $Q_k$  – потери теплоты через узел, содержащий точечную теплотехническую неоднородность  $k$ -го вида, являющиеся результатом расчета температурного поля, Вт;

$\tilde{Q}_k$  – потери теплоты через тот же узел, не содержащий точечную теплотехническую неоднородность  $k$ -го вида, являющиеся результатом расчета температурного поля, Вт;

**Е.5** Результатом расчета температурного поля узла конструкции является распределение температур в сечении узла, в том числе по внутренней и наружной поверхности.

Поток теплоты через внутреннюю поверхность узла определяется по формуле:

$$Q_в = \alpha_в \cdot S_в \cdot (t_в - \tau_в^{cp}) \quad (E.13)$$

Поток теплоты через наружную поверхность узла определяется по формуле:

$$Q_н = \alpha_н \cdot S_н \cdot (t_н - \tau_н^{cp}) \quad (E.14)$$

$t_в, t_н$  расчетные температуры внутреннего и наружного воздуха соответственно, °С;

$\tau_в^{cp}, \tau_н^{cp}$  – осредненные по площади температуры внутренней и наружной поверхностей узла ограждающей конструкции соответственно, °С;

$\alpha_в, \alpha_н$  – коэффициенты теплоотдачи внутренней и наружной поверхностей узла конструкции соответственно, Вт/(м<sup>2</sup>°С);

$S_в, S_н$  площади внутренней и наружной поверхностей узла ограждающей конструкции, м<sup>2</sup>.

Таблица Е.1

Толщина воздушной прослойки, м	Термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки, м <sup>2</sup> · °С/Вт			
	горизонтальной при потоке тепла снизу вверх и вертикальной		горизонтальной при потоке тепла 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.

**Е.6** Описание расчета приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции должен содержать следующие части:

1. Четкое наименование конструкции и указание места занимаемого ею в оболочке здания.
2. Перечисление всех элементов составляющих конструкцию.  
Для каждого из перечисленных элементов представить:
3. Удельную геометрическую характеристику элемента ( $s, l$  или  $n$ ).
4. Схему или чертеж, позволяющие понять состав и устройство элемента.
5. Температурное поле узла содержащего элемент.
6. Принятые в расчете температурного поля температуры наружного и внутреннего воздуха, а также геометрические размеры узла конструкции, включенного в расчетную область.
7. Минимальную температуру на внутренней поверхности конструкции и поток теплоты через узел полученные в результате расчетов.

8. Удельные потери теплоты через элемент.  
 9. Расчет приведенного сопротивления теплопередаче по формуле (Е.1).  
 10. Таблицу с геометрическими и теплозащитными характеристиками элементов, а также промежуточными данными расчетов. Форма приведена в таблице Е.2.

Таблица Е.2

Элемент конструкции	*	Удельный геометрический показатель	Удельные потери теплоты	Удельный поток теплоты, обусловленный элементом	Доля от общего потока теплоты через фрагмент, %
Название элемента	плоский	$a_i = \text{м}^2/\text{м}^2$	$U_i = \text{Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$	$U_i a_i = \text{Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$	
...		...	...	...	...
Название элемента	линейный	$a_i = \text{м}^2/\text{м}^2$	$U_i = \text{Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$	$U_i a_i = \text{Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$	
Название элемента		$l_i = \text{м}/\text{м}^2$	$\Psi_i = \text{Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$	$\Psi_i l_i = \text{Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$	
...		...	...	...	...
Название элемента	точечный	$l_j = \text{м}/\text{м}^2$	$\Psi_j = \text{Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$	$\Psi_j l_j = \text{Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$	
Название элемента		$n_l = 1/\text{м}^2$	$K_l = \text{Вт}/\text{°C}$	$K_l n_l = \text{Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$	
...		...	...	...	...
Название элемента		$n_k = 1/\text{м}^2$	$K_k = \text{Вт}/\text{°C}$	$K_k n_k = \text{Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$	
Итого				$1/R^{np} = \text{Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$	100 %

Столбец \* может не приводиться.

**Е.7** Приведенное сопротивление теплопередаче полов,  $R_{o,пол}$ ,  $\text{м}^2\text{°C}/\text{Вт}$ , определяется в следующей последовательности:

Для неутепленных полов на грунте и стен, расположенных ниже уровня земли, с коэффициентом теплопроводности  $\lambda \geq 1,2 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$  по зонам шириной 2 м, параллельным наружным стенам, принимая  $R_n$ ,  $\text{м}^2\text{°C}/\text{Вт}$ , равным:

- 2,1 — для I зоны;
- 4,3 — " II " ;
- 8,6 — " III " ;
- 14,2 — " IV " ; (для оставшейся площади пола);

Для утепленных полов на грунте и стен, расположенных ниже уровня земли, с коэффициентом теплопроводности  $\lambda_n < 1,2 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$  утепляющего слоя толщиной  $\delta$ , м, принимая  $R_{o,пол}$ ,  $\text{м}^2\text{°C}/\text{Вт}$  по формуле:

$$R_{o,пол} = R_n + \delta / \lambda_n \quad (\text{Е.15})$$

Для полов на лагах, принимая  $R_{o,пол}$ ,  $\text{м}^2\text{°C}/\text{Вт}$ , по формуле:

$$R_{o,пол} = 1,18(R_n + \delta / \lambda_n) \quad (\text{Е.16})$$

## РАСЧЕТ УДЕЛЬНОЙ ТЕПЛОЗАЩИТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗДАНИЯ

**Ж.1** Удельная теплозащитная характеристика здания,  $k_{об}$ , рассчитывается по формуле:

$$k_{об} = \frac{1}{V_{от}} \sum_i \left( n_{t,i} \frac{A_{\phi,i}}{R_{o,i}^{np}} \right) = K_{комп} \cdot K_{общ} \quad (Ж.1)$$

где  $R_{o,i}^{np}$  - приведенное сопротивление теплопередаче  $i$ -го фрагмента теплозащитной оболочки здания,  $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$ ;

$A_{\phi,i}$  - площадь соответствующего фрагмента теплозащитной оболочки здания,  $m^2$ ;

$V_{от}$  - отапливаемый объем здания,  $m^3$ ;

$n_{t,i}$  - коэффициент учитывающий отличие внутренней или наружной температуры у конструкции от принятых в расчете ГСОП, определяется по формуле (5.3);

$K_{общ}$  - общий коэффициент теплопередачи здания,  $Вт / (m^2 \cdot ^\circ C)$ , определяемый по формуле:

$$K_{общ} = \frac{1}{A_n^{сум}} \sum_i \left( n_{t,i} \frac{A_{\phi,i}}{R_{o,i}^{np}} \right) \quad (Ж.2)$$

$K_{комп}$  - коэффициент компактности здания,  $m^{-1}$ , определяемый по формуле:

$$K_{комп} = \frac{A_n^{сум}}{V_{от}} \quad (Ж.3)$$

$A_n^{сум}$  - сумма площадей (по внутреннему обмеру всех наружных ограждений отапливаемой оболочки здания,  $m^2$ ).

Совокупность фрагментов теплозащитной оболочки здания, характеристики которых используются в формуле (Ж.1) должна полностью замыкать оболочку отапливаемой части здания.

**Ж.2** Удельная теплозащитная характеристика может быть найдена непосредственно через характеристики элементов составляющих все конструкции оболочки здания.

$$k_{об} = \frac{1}{V_{от}} \left[ \sum \left( n_{t,i} \frac{A_{\phi,i}}{R_{o,i}^{учл}} \right) + \sum n_{t,j} L_j \Psi_j + \sum n_{t,k} N_k K_k \right] \quad (Ж.4)$$

где  $R_{o,i}^{учл}$ ,  $\Psi_j$ ,  $K_k$  - принимаются по Приложению Е;

$L_j$  - суммарная протяженность линейной неоднородности  $j$ -ого вида по всей оболочке здания, м;

$N_k$  - суммарное количество точечных неоднородностей  $k$ -ого вида по всей оболочке здания, шт.

**Ж.3** Расчет удельной теплозащитной характеристики здания оформляется в виде таблицы, которая должна содержать следующие сведения:

1. Наименование каждого фрагмента составляющего оболочку здания.
2. Площадь каждого фрагмента.
3. Приведенное сопротивление теплопередаче каждого фрагмента со ссылкой на расчет согласно Приложению Е.
4. Коэффициент учитывающий отличие внутренней или наружной температуры у фрагмента конструкции от принятых в расчете ГСОП

Форма таблицы представлена в таблице Ж.1.

Таблица Ж.1

Наименование фрагмента	$n_{t,i}$	$A_{\phi,i}$ , $m^2$	$R_{o,i}^{np}$ , ( $m^2 \cdot ^\circ C$ )/Вт	$n_{t,i} A_{\phi,i} / R_{o,i}^{np}$ , Вт/ $^\circ C$	%

Сумма	-	-	-		100

**Ж.4** Контроль соответствия удельной теплозащитной характеристики здания требованиям п.п. 5.5. возлагается на стадии разработки проектной документации на органы экспертизы проектной продукции.

## ОПТИМИЗАЦИЯ ОБОЛОЧКИ ЗДАНИЯ ПО ОКУПАЕМОСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ

Экономическая оптимизация оболочки здания основана на сравнении альтернативных вариантов конструкций.

Методика содержит три уровня оптимизации:

- 1) Выбор оптимальных теплозащитных характеристик отдельных элементов конструкции из условия окупаемости энергосбережения.
- 2) Сравнение конструкций с различной базой по эффективности энергосбережения.
- 3) Гармонизация отдельных конструкций и оболочки здания в целом.

### Выбор оптимальных теплозащитных характеристик отдельных элементов

Данная методика заключается в поиске минимума приведенных затрат. Минимум ищется не дифференцированием, так как функция разрывная, а путем специально организованного перебора вариантов конструкции. В методике учтена зависимость потерь теплоты через ограждающую конструкцию от многих переменных (характеристик элементов введенных в Приложении Е).

В соответствии с Приложением Ж в качестве теплозащитных характеристик элементов используются условное сопротивление теплопередаче (для плоских элементов) и удельные потери теплоты через неоднородности (для линейных и точечных элементов).

**И.1** По экономическим и климатическим параметрам района строительства находится *удельная прибыль от экономии энергетической единицы*<sup>1</sup>,  $\Omega_{пр}$ , соответствующая проекту здания.

$$\Omega_{пр} = C_{тепл} \cdot m_{кл} \cdot Z_{ок} + C_{от} \cdot m_{кл} \quad (И.1)$$

где  $C_{тепл}$  – тарифная цена тепловой энергии в районе строительства проектируемого здания, руб./кВт ч;

$C_{от}$  – удельная цена отопительного оборудования и подключения к тепловой сети в районе строительства проектируемого здания, руб./(кВт ч/год);

$m_{кл}$  – климатический коэффициент, района строительства, определяемый по формуле:

$$m_{кл} = \frac{ГСОП}{ГСОП(Э)} \quad (И.2)$$

где ГСОП – значение градусо-суток отопительного периода для района строительства, °С сут/год, определяемое по формуле (5.2);

ГСОП(Э) – эталонное значение градусо-суток отопительного периода, °С сут/год, принимаемое равным 1000 °С сут/год.

$Z_{ок}$  – срок окупаемости определяемый как половина срока службы элемента до замены или ремонта, но не более 12 лет.

Требуемый класс энергетической эффективности здания назначается из Таблицы И.1 по удельной прибыли от экономии энергетической единицы.

Таблица И.1.

Классы энергетической эффективности элементов конструкции.

Класс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Границы $\Omega$ , руб./(кВт·ч /год)	$\leq 2$	$2 < \leq 4$	$4 < \leq 8$	$8 < \leq 14$	$14 < \leq 24$	$24 < \leq 40$	$40 < \leq 65$	$65 < \leq 100$	$100 < \leq 160$	$160 < \leq 250$	$250 < \leq 380$	$380 < \leq 570$	$570 < \leq 850$	$850 <$

**И.2** Класс энергетической эффективности элемента конструкции назначается по *удельным*

<sup>1</sup> В качестве энергетической единицы принят 1 кВт ч/год сэкономленной энергии при значении ГСОП = 1000 °С сут/год.

единовременным затратам на экономию энергетической единицы,  $\Omega_{эл}$ , руб./((кВт·ч /год), из Таблицы И.1.

Удельные единовременные затраты на экономию энергетической единицы элементом конструкции определяются по формулам:

Для плоского элемента (в соответствии с Приложением Е)

$$\Omega_{эл} = - \frac{\Delta K^{ед}}{24 \cdot \left[ \left( \frac{I}{R_{o,2}^{ysl}} \right) - \left( \frac{I}{R_{o,1}^{ysl}} \right) \right]} \quad (\text{И.3})$$

Для линейного элемента (в соответствии с Приложением Е)

$$\Omega_{эл} = - \frac{\Delta K^{ед}}{24 \cdot [\Psi_2 - \Psi_1]} \quad (\text{И.4})$$

Для точечного элемента (в соответствии с Приложением Е)

$$\Omega_{эл} = - \frac{\Delta K^{ед}}{24 \cdot [K_2 - K_1]} \quad (\text{И.5})$$

где  $\Delta K^{ед}$  – разница единовременных затрат вариантов 2 и 1 исследуемого элемента, руб. Для плоского элемента единовременные затраты вычисляются на квадратный метр, для линейного элемента – на погонный метр, для точечного элемента – на 1 шт.

Для использования формул (И.3) – (И.5) должен быть составлен ряд из экономически обоснованных вариантов исследуемого элемента, упорядоченный по его теплозащитной характеристике. В формулах варианты 1 и 2 – соседние варианты ряда (т.е. ближайшие по теплозащитной характеристике, экономически обоснованные варианты элемента). Причем вариант 2 дороже варианта 1 и обладает меньшими теплопотерями. Полученная по формулам (И.3) – (И.5)  $\Omega_{эл}$  соответствует варианту 2 элемента.

**И.3** Конструкция должна формироваться таким образом, чтобы классы энергетической эффективности всех ее элементов были равны требуемому классу энергетической эффективности здания. В случае отсутствия варианта элемента с необходимым классом энергетической эффективности следует использовать вариант элемента с ближайшим классом энергетической эффективности.

### Сравнение конструкций с различной базой по эффективности энергосбережения.

**И.4** Для вариантов конструкции отличающихся по составу элементов или по базовой (не теплозащитной) части конструкции, более выгодным является вариант с меньшими удельными приведенными затратами.

Удельные приведенные затраты на строительство и эксплуатацию конструкции,  $\Pi$ , руб/(м<sup>2</sup>·год), определяются по формуле:

$$\Pi = \frac{K_{кон}^{ед}}{Z_{ок}} + 0,024 \frac{\GammaСОП}{R_o^{np}} \left( C_{тепл} + \frac{C_{ом}}{Z_{ок}} \right) \quad (\text{И.6})$$

где  $K_{кон}^{ед}$  – полные единовременные затраты на производство 1 м<sup>2</sup> конструкции, руб/ м<sup>2</sup>, определяются по формуле:

$$K_{кон}^{ед} = K_0^{ед} + \sum a_i K_i^{ед} + \sum l_j K_j^{ед} + \sum n_k K_k^{ед} \quad (\text{И.7})$$

где  $a_i$ ,  $l_j$  и  $n_k$  – те же, что и в п. 5.6.1;

$K_0^{ед}$  – базовая стоимость 1 м<sup>2</sup> конструкции (наиболее холодный вариант всех элементов конструкции, руб/ м<sup>2</sup>).

### Гармонизация отдельных конструкций и оболочки здания в целом

**И.5** Экономически эффективное решение ограждающих конструкций здания возможно выбрать только в конкретных климатических и экономических условиях объекта строительства. Но часть работы по улучшению (гармонизации) конструкций можно провести заранее на стадии их формирования производителем конструкций, чтобы облегчить дальнейшую ра-

боту проектировщика. Для этого вводится определение особого класса конструкций.

При равных теплозащитных свойствах, чем ближе значения удельных единовременных затрат на экономию энергетической единицы отдельных элементов конструкции друг к другу, тем эффективней конструкция.

*Гармонично утепленной* называется ограждающая конструкция, все элементы которой относятся к одному классу энергетической эффективности. Этот же класс энергетической эффективности является характеристикой и всей конструкции.

*Гармонично утепленной* называется оболочка здания, состоящая из гармонично утепленных ограждающих конструкций одного класса. Этот же класс энергетической эффективности является характеристикой и всей оболочки здания.

Производителям отдельных строительных конструкций следует проводить анализ своего модельного ряда с целью составлять его из гармонично утепленных конструкций. Такие конструкции должны сопровождаться пометкой указывающей на их гармоничность и классом энергетической эффективности. При выборе проектных решений предпочтение должно отдаваться гармонично утепленным конструкциям и оболочкам здания, как наиболее экономически эффективным.

## УДК

Ключевые слова: тепловая защита здания, энергосбережение, энергетическая эффективность, энергетический паспорт, теплоизоляция, приведенное сопротивление теплопередаче, контроль теплотехнических показателей, воздухопроницаемость, паропроницаемость, теплоустойчивость, теплоусвоение