

## МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

## ЗДАНИЯ ЖИЛЫЕ

## Метод определения удельного потребления тепловой энергии на отопление

## HOUSES

Method for determination of specific heat consumption  
for building heatingОКС 91.120.01  
ОКСТУ 4909

Дата введения 2003—07—01

## Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Научно-исследовательским институтом строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук (НИИСФ, РААСН), Центральным научно-исследовательским и проектным институтом типового и экспериментального проектирования жилища (ЦНИИЭПжилища), Мосгосэкспертизой, Федеральным научно-техническим центром сертификации в строительстве (ФЦС), Центром методологии нормирования и стандартизации в строительстве (ФГУП ЦНС)

ВНЕСЕН Управлением технического нормирования, стандартизации и сертификации в строительстве и ЖКХ Госстроя России

2 ПРИНЯТ Межгосударственной научно-технической комиссией по стандартизации, техническому нормированию и сертификации в строительстве (МНТКС) 14 мая 2003 г.

За принятие проголосовали

| Наименование государства   | Наименование органа государственного управления строительством                |
|----------------------------|---|
| Азербайджанская Республика | Госстрой Азербайджанской Республики   |
| Республика Армения         | Министерство градостроительства Республики Армения                            |
| Республика Казахстан       | Казстройкомитет Республики Казахстан  |
| Республика Молдова         | Министерство экологии, строительства и развития территорий Республики Молдова |
| Российская Федерация       | Госстрой России   |
| Республика Таджикистан     | Комархстрой Республики Таджикистан  |

## 3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

4 ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ с 01 июля 2003 г. в качестве государственного стандарта Российской Федерации постановлением Госстроя России от 02.06.2003 г. № 51

## Введение

Настоящий стандарт разработан с целью подтверждения соответствия показателя нормализованного удельного потребления тепловой энергии на отопление за отопительный период эксплуатируемого здания нормативным значениям согласно СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» с учетом требований ГОСТ Р 51380 и ГОСТ Р 51387. Дополнительно в результате обработки данных измерений стандарт позволяет рассчитывать общий коэффициент теплопередачи здания.

Стандарт является базовым стандартом, обеспечивающим параметрами энергетический паспорт и энергоаудит эксплуатируемых зданий.

В стандарте учтены положения международного стандарта ИСО 6242/2-92 «Строительство зданий. Выражение требований потребителя. Часть I. Теплотехнические требования» и проекта международного стандарта ИСО 13790 «Расчеты использования энергии для целей отопления».

В разработке настоящего стандарта принимали участие: канд. техн. наук Ю.А. Матросов, канд. техн. наук И.Н. Бутовский и П.Ю. Матросов (НИИСФ РААСН), канд. техн. наук В.И. Ливчак (Мосгосэкспертиза), канд. техн. наук В.С. Беляев (ЦНИИЭПжилища), В.А. Глухарев (Госстрой России), Т.И. Мамедов (ФЦС), Л.С. Васильева (ФГУП ЦНС).

## 1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на отапливаемые помещения, группы помещений (квартиры) жилых многоквартирных зданий с естественной вентиляцией, а также на одноквартирные жилые дома и устанавливает метод определения в натуральных условиях их удельного потребления тепловой энергии на отопление и нагрев инфильтрующегося в результате естественной вентиляции воздуха (далее в тексте — удельного потребления тепловой энергии на отопление) и его сопоставление с нормируемым показателем.

Настоящий стандарт применяется для всех построенных и эксплуатируемых жилых зданий.

## 2 Нормативные ссылки

Перечень нормативных документов, на которые имеются ссылки в настоящем стандарте, приведен в приложении А.

## 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применяют следующие термины и их определения.

**Теплозащита** — свойство совокупности ограждающих конструкций, образующих замкнутый объем внутреннего пространства здания, сопротивляться переносу теплоты между помещением и наружной средой, а также между помещениями с различной температурой воздуха.

**Теплопередача** — перенос теплоты через ограждающую конструкцию от взаимодействующей с ней средой с более высокой температурой к среде с другой стороны конструкции с более низкой температурой.

**Инфильтрация** — перемещение воздуха через ограждающие конструкции из окружающей среды в помещения за счет ветрового и теплого напоров, формируемых разностью температур и перепадом давления воздуха снаружи и внутри помещений.

**Удельное потребление тепловой энергии на отопление здания за отопительный период** — количество полезной тепловой энергии за отопительный период, израсходованное на компенсацию теплотерь здания с учетом воздухообмена и дополнительных тепловыделений при нормируемых параметрах микроклимата помещений в нем, отнесенное к единице площади пола квартир здания (или отапливаемой площади многоквартирных домов), и градусо-суткам отопительного периода.

**Общий коэффициент теплопередачи здания** — показатель, характеризующий интенсивность теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания, включающий трансмиссионную и инфильтрационную составляющие, численно равный средневзвешенной по площади плотности теплового потока, отнесенного к разности температур внутреннего и наружного воздуха в  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  и  $1\text{ м}^2$ .

**Класс энергетической эффективности** — обозначение уровня энергетической эффективности здания, характеризуемого интервалом значений удельного потребления тепловой энергии на отопление здания за отопительный период.

## 4 Общие положения

4.1 Определение удельного потребления тепловой энергии на отопление жилого многоквартирного здания и его помещений (квартир), а также многоквартирного дома позволяет выявить количественно соответствие или отклонение от нормируемых энергетических и теплотехнических параметров тепловой защиты, установить класс энергетической эффективности здания и определить влияние отдельных мероприятий по энергосбережению в здании.

4.2 Сущность метода заключается в том, что в отопительный период для определенных интервалов времени измеряют в испытываемых помещениях (квартире) и (или) дома в целом расход тепловой энергии на отопление и среднюю температуру воздуха внутри и снаружи здания и интенсивность суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность. Рассчитывают для тех же интервалов времени величины общих тепловых потерь через ограждающие конструкции здания, равные измеренным расходам тепловой энергии на отопление и суммарным теплопоступлениям (бытовым и солнечной радиации через светопроемы). По рассчитанным общим теплотерям при соответствующих разностях температур внутреннего и наружного воздуха определяют линейную зависимость наилучшего приближения к этим данным и по линейной зависимости и внутренним размерам помещений и ограждающих конструкций вычисляют общий коэффициент теплопередачи наружных ограждений здания и удельное потребление тепловой энергии на отопление здания за отопительный период, а также устанавливают класс энергетической эффективности здания.

## 5 Выбор объекта испытания

5.1 Объектами испытания являются эксплуатируемые минимально в течение одного года отапливаемые многоквартирные жилые здания, квартира, помещение или группа помещений в здании, а также многоквартирные дома. Объект испытания должен иметь систему отопления, оснащенную устройствами авторегулирования, обеспечивающими заданную подачу теплоты для поддержания температуры в помещениях в пределах допустимых параметров в соответствии с ГОСТ 30494, и снабженную устройством для измерения расхода энергии (теплосчетчиком, электросчетчиком) на отопление испытываемого объекта.

5.2 Наружные ограждающие конструкции должны находиться в состоянии, обеспечивающем нормальную эксплуатацию объекта в отопительный период: окна, балконные двери, наружные двери должны иметь уплотняющие прокладки в притворах. В испытываемом объекте должна отсутствовать какая-либо вентиляция с механическим побуждением.

5.3 В случае отсутствия в объекте испытаний теплосчетчика или невозможности его подключения к существующей системе водяного отопления отопительные приборы в испытываемых помещениях отключаются. Взамен устраивается электрическая система отопления, например с помощью электрорадиаторов с термостатами, подключенная к электросчетчику, позволяющему регистрировать расход потребляемой энергии.

Рекомендуется также замена на период испытаний существующей системы отопления на электрическую систему в многоквартирных домах.

## 6 Аппаратура и оборудование

6.1 В процессе испытаний объекта на удельное потребление тепловой энергии необходимо экспериментальное определение следующих величин:

- расхода тепловой энергии на отопление здания и (или) отдельных его помещений;
- температуры внутреннего воздуха испытываемого объема;
- температуры наружного воздуха;
- суммарной (прямой и рассеянной) солнечной радиации на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности;
- бытовых тепловыделений.

6.2 Для измерения расхода энергии на вводе водяной системы отопления в здание (группы помещений или квартиры), основываясь на требованиях ГОСТ Р 51649, применяют теплосчетчик, который состоит из:

- первичного преобразователя расхода горячей воды, врезаемого в трубопровод с более низкой температурой;

двух первичных преобразователей температуры, один из которых устанавливается на трубопроводе, подающем горячую воду в систему отопления (подводящем трубопроводе), другой — на трубопроводе, возвращающем воду, прошедшую через систему отопления, в теплотрассу (отводящем трубопроводе);

тепловычислителя, содержащего блок обработки сигналов и стационарно подключенное цифровое печатающее устройство (принтер).

6.3 Допускается применение других теплосчетчиков, комплектованных из преобразователей расхода и температуры воды и тепловычислителя, поверенных в установленном порядке. При отсутствии тепловычислителя допускается установка на трубопроводах измерительных преобразователей расхода (расходомера) и датчиков температуры, позволяющих определять расход энергии согласно 6.4.

6.4 В случае отсутствия тепловычислителя в измерительной системе осуществляют непосредственное периодическое измерение расхода воды и температур на подводящем и отводящем трубопроводах и вычисляют расход энергии  $DQ$ , кДж, по формуле

$$DQ = c DV \rho (t_F - t_R), \quad (1)$$

где  $c$  — удельная теплоемкость воды, равная  $4,184 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$ ;

$DV$  — разность показаний расходомера в конце и в начале измерений,  $\text{м}^3$ ;

$\rho$  — плотность воды в системе отопления,  $\text{кг}/\text{м}^3$ , определяемая по формуле

$$\rho = 968,2 + 0,6 [85 - (t_F - t_R)/2], \quad (2)$$

где  $t_F$  — температура воды в подводящем трубопроводе,  $^\circ\text{C}$ .

$t_R$  — температура воды в отводящем трубопроводе,  $^\circ\text{C}$ ;

6.5 Для обеспечения поддержания постоянной температуры в помещениях здания с водяной системой отопления тепловой пункт здания должен быть оборудован устройством автоматического регулирования подачи теплоты на отопление в зависимости от изменения температуры наружного воздуха. Кроме того, отопительные приборы, как правило, должны быть снабжены термостатическими кранами по ГОСТ 30815.

6.6 При устройстве на период испытаний в помещениях здания электрической системы отопления применяют отопительные электроприборы по ГОСТ 16617 и расходы электрической энергии измеряют электросчетчиком по ГОСТ 6570.

6.7 Для измерения температуры в испытываемых помещениях и вне здания в качестве первичных преобразователей применяют термоэлектрические преобразователи по ГОСТ Р 50342 с проводами из меди, сплавов хромель, копель, константан и алюмель по ГОСТ 1790, с установлением соответствия характеристикам преобразования по ГОСТ Р 50431.

6.8 В качестве вторичных измерительных приборов, подключенных к датчикам температуры с помощью удлиняющих проводов по ГОСТ 1791, применяют потенциометры постоянного тока по ГОСТ 9245, милливольтметры в соответствии с требованиями ГОСТ 8711, ГОСТ 9736.

Допускается применение других первичных преобразователей температуры и приборов, поверенных в установленном порядке.

6.9 Для измерения суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности используют пиранометры М-80М по действующей нормативной документации.

6.10 Для измерения внутренних размеров помещений и ограждающих конструкций используют стальную рулетку по ГОСТ 7502.

## 7 Подготовка к испытаниям

7.1 Перед началом испытаний необходимо:

- выявить наличие в отопительной системе здания приборов измерения расхода теплоты на отопление, проверить их работоспособность и наличие документации по калибровке измерителя расхода горячей воды и теплосчетчика в целом;
- провести испытание на воздухопроницаемость выбранного объекта по ГОСТ 31167 и при обнаружении грубых отклонений от проекта провести согласно указаниям 5.2 устранение этих дефектов;
- обеспечить работоспособность и правильную настройку приборов автоматического регулирования подачи теплоты на отопление.

7.2 При оценке энергопотребления в отдельных помещениях здания с водяным отоплением следует осуществить замену существующих отопительных приборов на электрические путем отключения приборов водяного отопления и подключения электронагревателей.

При наличии в испытываемых помещениях с электроотопительными приборами стоек функционирующей в доме водяной системы отопления их теплоизолируют эффективным мягким утеплителем толщиной не менее 30 мм.

7.3 Для измерения температуры внутреннего воздуха чувствительные элементы термодатчиков устанавливают в центре помещения на высоте 1,5 м. С этой же целью допускается в многоэтажном многоквартирном здании устанавливать термодатчики на выходе сборных вентиляционных каналов из кухонь квартир по вертикальной оси на глубине не менее 1 м от их оголовков, но не ниже вентиляционной решетки помещения последнего этажа. Измеренную температуру необходимо понизить на  $1 \text{ }^\circ\text{C}$  для приведения ее в соответствие с температурой внутреннего воздуха.

7.4 Датчики и термометры для измерения температуры наружного воздуха устанавливают в местах, не подвергающихся воздействию солнечной радиации. Датчик пиранометра для измерения интенсивности солнечной радиации на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности устанавливают в незатененных местах.

7.5 При экспериментальном определении сопротивления теплопередаче наружных ограждений (стен, окон, покрытий, чердачных перекрытий и перекрытий пола 1-го этажа) приборы определения приведенного коэффициента теплопередаче, датчики тепловых потоков и температур устанавливают в соответствии с требованиями ГОСТ 31166, ГОСТ 26254 и ГОСТ 26602.1 соответственно. Места теплотехнических неоднородностей рекомендуется выявлять тепловизионным методом по ГОСТ 26629.

7.6 При экспериментальном определении воздухопроницаемости испытываемого объекта следует руководствоваться ГОСТ 31167.

## 8 Проведение испытаний

8.1 Система регулирования подачи теплоты на отопление должна быть настроена на поддержание расчетного графика температур в подающем трубопроводе с углом наклона, обеспечивающим нулевую подачу теплоты на отопление при температуре наружного воздуха  $t_{ext} = 13 \text{ }^\circ\text{C}$  для зданий, заселенных людьми с учетом социальной нормы ( $20 \text{ м}^2$  общей площади и менее на человека), и  $15 \text{ }^\circ\text{C}$  — для других жилых зданий. В случае если заранее известно, что в системе имеется запас в поверхности нагрева отопительных приборов, расчетные параметры графика должны быть пересчитаны.

8.2 Измерения осуществляют в течение отопительного периода, выбрав продолжительность измерений:

- экспресс-методом в две недели;

б) методом длительных испытаний в три месяца. Экспресс-метод является допустимым и его можно применять при необходимости получения быстрых результатов не более чем в одном здании.

Периодичность измерения расхода энергии, кДж, при наличии теплосчетчика (электросчетчика) или расхода воды и температуры в подводящем и отводящем трубопроводах, а также бытовых тепловыделений выбирают в зависимости от продолжительности измерений для: двух недель — один раз в конце суток в 24 ч и трех месяцев — 1 раз в неделю в конце суток последнего дня недели в 24 ч.

8.3 Измерения температуры наружного и внутреннего воздуха, °С, и величин суммарной (прямой и рассеянной) солнечной радиации при действительных условиях облачности  $Q^{hor}$ , Вт/м<sup>2</sup>, приходящихся на горизонтальную поверхность, осуществляют согласно [1] при продолжительности измерений две недели — четыре раза в сутки в следующие сроки: 6; 12; 18 и 24 ч. При продолжительности измерений три месяца температуру наружного воздуха и величину суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность принимают по данным ближайшей метеостанции, а температуру внутреннего воздуха — по нижней допустимой величине согласно ГОСТ 30494.

8.4 Бытовые тепловыделения, как правило, следует принимать по СНиП 23-02.

Допускается измерять и вычислять бытовые тепловыделения, учитывая при этом показания электро- и газосчетчика на квартиру (одноквартирный дом) и заселенность квартиры (дома) из расчета 419 кДж/ч на одного человека. При этом тепловыделения от полотенцесушителей и от горячей воды, используемой для душа, мытья посуды и пр., не учитывают.

8.5 В ходе испытаний проводится обмер внутренних размеров помещений и поверхности наружных ограждающих конструкций. При наличии проекта исследуемого здания допускается принимать размеры помещений по данным проекта.

8.6 Результаты измерений заносят в журнал, форма которого приведена в приложении Б.

## 9 Обработка результатов

9.1 Рассчитывают среднюю за сутки температуру наружного воздуха  $t_{ex}$ , °С, при продолжительности измерений две недели по формуле

$$t_{ex} = 0,25 \sum_{i=6,12,18,24} t_{i,} \quad (3)$$

где  $t_{i,}$  — измеряемые температуры в течение суток по срокам в 6, 12, 18 и 24 ч; либо средние за неделю температуры наружного воздуха при продолжительности измерений три месяца по формуле

$$t_{ex} = (\sum_{i=1}^7 t_{i,}) / 7. \quad (4)$$

где  $t_{i,}$  — средняя за сутки температура по данным метеостанции.

9.2 Рассчитывают среднюю за сутки температуру внутреннего воздуха в помещениях здания  $t_{in}$ , °С, при продолжительности измерений две недели по формуле

$$t_{in} = 0,25 \sum_{i=6,12,18,24} t_{i,}. \quad (5)$$

где  $t_{i,}$  — измеряемые температуры в течение суток по срокам в 6, 12, 18 и 24 ч; либо принимают температуру внутреннего воздуха  $t_{int}$  при продолжительности измерений три месяца по нижней величине допустимого параметра согласно ГОСТ 30494.

9.3 Определяют средние за сутки потребления тепловой энергии на отопление здания  $Q_{ot}$ , кДж, при продолжительности измерений две недели по разности расходов тепловой энергии в конце (24 ч) и начале (0 ч) суток либо

средние за неделю расходы тепловой энергии на отопление здания  $Q_{ot}$ , кДж, при продолжительности измерений три месяца по разности расходов тепловой энергии в конце суток последнего дня недели в 24 ч и начале первых суток недели в 0 ч.

9.4 Определяют по приложению В теплоступления от солнечной радиации через светопроемы в здании  $Q_{s}$ , кДж, за сутки при продолжительности измерений две недели и за неделю при продолжительности измерений три месяца.

9.5 Рассчитывают бытовые тепловыделения  $Q_{b}$ , кДж, по СНиП 23-02 соответственно за сутки или за неделю согласно продолжительности измерений, указанных в 8.2.

В случае проведения измерений:

а) рассчитывают бытовые тепловыделения от бытовых приборов по разности показаний электросчетчика (газосчетчика) с соответствующим пересчетом в кДж — средние за сутки расходы в конце (24 ч) и начале (0 ч) суток при продолжительности измерений две недели либо средние расходы за неделю в конце суток последнего дня недели в 24 ч и начале первых суток недели в 0 ч при продолжительности измерений три месяца;

б) определяют бытовые тепловыделения в кДж от людей, заселяющих квартиру (одноквартирный дом) соответственно за сутки или за неделю из расчета 419 кДж/ч на одного взрослого человека; определяют общие бытовые тепловыделения, суммируя величины, полученные в а) и б).

9.6 Рассчитывают величины общих тепловых потерь здания через наружные ограждающие конструкции  $Q_{p}$ , Вт, по формуле

$$Q_{p} = 0,278 [Q_{p1} + (Q_{p2} + Q_{p3}) \nu \zeta] / \Delta t, \quad (6)$$

где  $Q_{p1}$  — то же, что и в 9.3, кДж;

$q$  — то же, что и в 9.5, кДж;

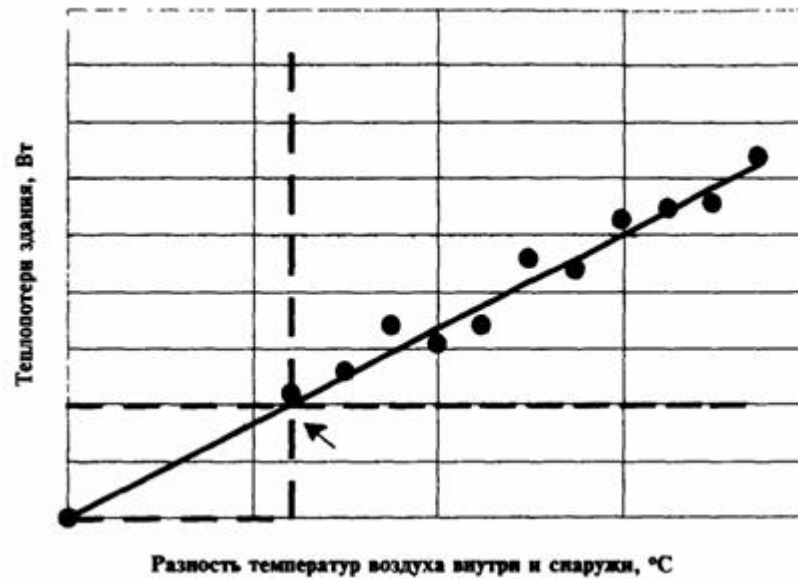
$q'$  — то же, что и в 9.4, кДж;

$n$  — коэффициент, учитывающий способность ограждающих конструкций помещений зданий аккумулировать или отдавать теплоту; рекомендуемое значение  $n = 0,8$ ;

$z$  — коэффициент эффективности авторегулирования подачи теплоты в системах отопления; при электрическом отоплении  $z = 1$ ; при водяной системе отопления величину  $z$  принимают согласно СНиП 23-02;

$Dt$  — величина, равная 24 ч или 168 ч соответственно продолжительности измерений две недели или три месяца.

9.7 Находят приближенную функциональную линейную зависимость (линейную регрессию) результатов измерений и обработки семейства точек с координатами  $(t_{int} - t_{ext}, Q_h)$  в прямоугольной системе координат: по оси абсцисс — разности температур, °С, воздуха внутри  $t_{int}$  и снаружи  $t_{ext}$ , определяемых по 9.2 и 9.1 соответственно, по оси ординат — суточные либо недельные величины общих тепловых потерь через наружные ограждающие конструкции здания  $Q_h$ , Вт, определяемые по формуле (6) (рисунок 1).



Стрелкой помечены суммарные тепловыделения в помещениях здания

Рисунок 1 — Схема функциональной зависимости теплопотерь здания от разности температур воздуха внутри и снаружи

Уравнение линейной зависимости, проходящей через начало координат, имеет вид

$$Q_h = a (t_{int} - t_{ext}). \quad (?)$$

где  $a$  — коэффициент, Вт/°С, рассчитываемый по 9.8.

9.8 Коэффициент  $a$  рассчитывают по формуле

$$a = (1/N) \sum_{i=1}^N [Q_h' K (t_{int} - t_{ext})]_i \quad (8)$$

где  $N$  — число измерений при испытаниях, равное 14 при продолжительности испытаний в две недели и 12 — в три месяца;

$Q_h'$  — то же, что в 9.6;

$t_{int}$  — то же, что в 9.2;

$t_{ext}$  — то же, что в 9.1.

9.9 По данным измерений или проектным данным по внутренним размерам определяют суммарную площадь всех

наружных ограждающих конструкций (стен, окон, покрытия или чердачного перекрытия, пола первого этажа)  $A_n$ , м<sup>2</sup>, площадь пола квартиры (помещения, многоквартирного дома)  $A_n$ , м<sup>2</sup>, и отапливаемый объем  $V$ , м<sup>3</sup>.

9.10 Определяют общий коэффициент теплопередачи наружных ограждающих конструкций испытываемого объекта  $K_m$ , Вт/(м<sup>2</sup>·°С), включающий трансмиссионные и инфильтрационные теплопотери, по формуле

$$K_m = a K (A_n^{0.8} V^{0.2}), \quad (9)$$

где  $a$  и  $A_n$  — то же, что и в 9.8 и 9.9 соответственно;

$b_h$  — коэффициент, равный для:  
 многосекционных и других протяженных зданий  $b_h = 1,13$ ,  
 зданий башенного типа  $b_h = 1,11$ ,  
 зданий с отапливаемыми подвалами  $b_h = 1,07$ ,  
 зданий с отапливаемыми чердаками, а также с квартирными генераторами теплоты  $b_h = 1,05$ ,  
 многоквартирных домов  $b_h = 1$ .

9.11 Потребление тепловой энергии на отопление здания за расчетный отопительный период  $Q_h^c$ , кДж, рассчитывают по формуле

$$Q_h^c = 24b_h [3,6K_m D_d A_h^{ext} - (Q_s + Q_{s, n}) z_n v_c / \Delta t], \quad (10)$$

где  $b_h$  — то же, что и в 9.10;

$K_m$  — то же, что и в 9.10;

$D_d$  — расчетные градусо-сутки отопительного периода, °С×сут, определяемые согласно СНиП 23-01 и СНиП 23-02;



— то же, что и в 9.9;

$Q_s, Q_{s, n}, z, Dt$  — то же, что и в 9.6;

$z_{nt}$  — расчетная продолжительность отопительного периода, сут, определяемая согласно СНиП 23-01.

9.12 Рассчитывают удельное потребление тепловой энергии  $q_h$ , кДж/(м<sup>2</sup>×°С×сут), на отопление здания в течение отопительного периода по формуле

$$q_h = Q_h^c / (K_m D_d), \quad (11)$$


где  $Q_h^c$  и  $D_d$  — то же, что и в 9.11;

$A_h$  — то же, что и в 9.9.

9.13 Применение метода дает возможность определить общий коэффициент теплопередачи  $K_m$  наружных ограждающих конструкций и величину  $q_h$  удельного потребления тепловой энергии на отопление здания с относительной ошибкой, не превышающей ±10%.

## 10 Анализ результатов испытаний

10.1 Сопоставление фактических значений с расчетными по проекту — общего коэффициента теплопередачи  $K_m$  наружных ограждающих конструкций, определяемого в 9.10, удельного потребления тепловой энергии  $q_h$  на отопление здания, определяемого в 9.12, а также суммарной площади наружных ограждающих

конструкций , площади пола  $A_h$  и отапливаемого объема  $V$ , определяемых согласно 9.9, выполняют с помощью энергетического паспорта согласно СНиП 23-02.

10.2 В случае если расчетные значения  $K_m, q_h, A_h$  и  $V$  отсутствуют в энергетическом паспорте, их следует вычислить согласно СНиП 23-02.

10.3 Класс энергетической эффективности здания следует устанавливать согласно классификации СНиП 23-02 по величине в процентах отклонения фактического значения удельного потребления тепловой энергии  $q_h$  на отопление здания от нормируемого значения СНиП 23-02.

10.4 При выявлении класса Д следует выполнить экспериментальное определение сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций по 7.5 и их воздухопроницаемости по 7.6, вычислить согласно СНиП 23-02 общий коэффициент теплопередачи  $K_m$  по этим экспериментальным значениям, сопоставить его с измеренным по 9.10 и выявить причины, по которым испытываемое здание было отнесено к этому классу.

## 11 Оценка методической погрешности

11.1 Точность определения потребления тепловой энергии на отопление здания  $Q_h^c$  за отопительный период зависит от величин отклонений измеряемых общих тепловых потерь  $Q_s^c$  от величин  $Q_s^r$ , определяемых по прямой линии

рисунка 1 при тех же ( $t_{in} - t_{out}$ ) и равных  $\Delta Q_s^c = |Q_s^c - Q_s^r|$ . Оценку погрешности выполняют по ГОСТ 8.207 следующим образом:

а) вычисляют среднее арифметическое значение разностей величин тепловых потоков для соответствующей продолжительности измерений по формуле

$$\Delta \bar{Q}_s = (1/N) \sum_{i=1}^N \Delta Q_s^i, \quad (12)$$

где  $N$  — число измерений при испытаниях, равное 14 при продолжительности испытаний две недели и 12 — три месяца;

б) вычисляют среднее квадратическое отклонение по формуле

$$S(\Delta \bar{Q}_s) = \sqrt{[\sum (\Delta Q_s^i - \Delta \bar{Q}_s)^2] / [N(N-1)]}, \quad (13)$$

где  $S(\Delta \bar{Q}_s)$  — среднее квадратическое отклонение разностей величин тепловых потоков;

в) находят доверительные границы е случайной погрешности разностей величин тепловых потоков  $\Delta \bar{Q}_s$  по формуле



|   |   |   |   | подвод<br>дящем<br>$t_F$ | отвод<br>ящем<br>$t_R$ | $Q^{hor}$<br>Вт/м <sup>2</sup> |   | оводах<br>$t_F - t_R$ , °C |    |    |    |    |    | $Q_s$ , кДж |    | кДж |
|---|---|---|---|--------------------------|------------------------|--------------------------------|---|----------------------------|----|----|----|----|----|-------------|----|-----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5                        | 6                      | 7                              | 8 | 9                          | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15          | 16 | 17  |
|   |   |   |   |                          |                        |                                |   |                            |    |    |    |    |    |             |    |     |
|   |   |   |   |                          |                        |                                |   |                            |    |    |    |    |    |             |    |     |
|   |   |   |   |                          |                        |                                |   |                            |    |    |    |    |    |             |    |     |
|   |   |   |   |                          |                        |                                |   |                            |    |    |    |    |    |             |    |     |

**ПРИЛОЖЕНИЕ В**  
(справочное)

**Определение теплоступлений от солнечной радиации через светопроемы**

Суммарные теплоступления в здание через светопроемы от солнечной радиации в течение соответствующего периода испытаний  $Q_s$ , кДж, следует определять по формуле

$$Q_s = \tau_F k_F \sum_{j=1}^n Q_j^{hor} A_j + \tau_{scz} k_{scz} Q^{scz} A_{scz}, \quad (B.1)$$

где  $\tau_F$ ,  $\tau_{scz}$  — коэффициенты, учитывающие затенение светового проема соответственно окон и зенитных фонарей непрозрачными элементами заполнения, принимаемые по проектным данным;

$k_F$ ,  $k_{scz}$  — коэффициенты относительного проникания солнечной радиации соответственно для светопропускающих заполнений окон и зенитных фонарей, принимаемые по сертификационным данным соответствующих светопропускающих изделий;

$A_j$  — площадь светопроемов  $j$ -го фасада здания, м<sup>2</sup>;

$n$  — число фасадов здания;

$A_{scz}$  — площадь светопроемов зенитных фонарей здания, м<sup>2</sup>;

$Q^{hor}$  — суммарная (прямая и рассеянная) солнечная радиация при действительных условиях облачности на горизонтальную поверхность в период испытаний, кДж/м<sup>2</sup>, измеряемая согласно [1];

$Q_s^{ver}$  — суммарная (прямая, рассеянная и отраженная) солнечная радиация при действительных условиях облачности на вертикальную поверхность соответствующей ориентации в период испытаний, кДж/м<sup>2</sup>, рассчитываемая по формуле

$$Q_s^{ver} = Q^{hor} k + R^{ver}, \quad (B.2)$$

где  $k$  — коэффициент пересчета суммарной солнечной радиации с горизонтальной поверхности на вертикальную, принимаемый по таблице В.1;

$R^{ver}$  — отраженная солнечная радиация при действительных условиях облачности на вертикальную поверхность в период испытаний, кДж/м<sup>2</sup>, равная  $R^{ver} = 0,5 R^{hor}$ ;  $R^{hor}$  — измеряется согласно [1] или рассчитывается по формуле

$$R^{hor} = 0,5 Q^{hor} A / 100. \quad (B.3)$$

$A$  — альbedo подстилающей поверхности, %, принимаемое по [4].

Таблица В.1 — Коэффициент  $k$  для пересчета средних сумм суммарной солнечной радиации (прямая и рассеянная) с горизонтальной поверхности на вертикальную [2, 3] по месяцам

| Градусы с.ш.            | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Южная ориентация</b> |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 37                      | 0,70 | 0,45 | 0,32 | 0,24 | 0,28 | 0,38 | 0,60 | 0,95 |
| 40                      | 0,75 | 0,50 | 0,36 | 0,29 | 0,31 | 0,42 | 0,65 | 1,00 |
| 45                      | 0,80 | 0,55 | 0,42 | 0,34 | 0,36 | 0,49 | 0,74 | 1,10 |
| 50                      | 0,90 | 0,63 | 0,47 | 0,40 | 0,43 | 0,55 | 0,82 | 1,15 |
| 55                      | 1,05 | 0,70 | 0,52 | 0,44 | 0,48 | 0,62 | 0,89 | 1,18 |
| 60                      | 1,20 | 0,80 | 0,58 | 0,50 | 0,54 | 0,70 | 0,95 | 1,18 |
| 65                      | 1,40 | 0,89 | 0,63 | 0,55 | 0,60 | 0,77 | 1,03 |      |
| 70                      | 1,60 | 0,97 | 0,64 | 0,56 | 0,60 | 0,83 | 1,10 |      |
| 75                      | —    | 1,10 | 0,60 | 0,50 | 0,55 | 0,70 | 1,15 |      |

| Градусы с.ш.          | I    | II   | III  | X    | XI   | XII  |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Дальний Восток</b> |      |      |      |      |      |      |
| 45                    | 1,63 | 1,25 | 0,80 | 1,15 | 1,70 | 1,70 |
| 50                    | 2,00 | 1,55 | 0,95 | 1,25 | 1,90 | 2,20 |
| 55                    | 2,45 | 1,95 | 1,22 | 1,50 | 2,75 | 3,40 |
| 60                    | 3,30 | 2,40 | 1,50 | 2,00 | 3,30 | 4,60 |



| Градусы с.ш.                    | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Юго-восточная ориентация</b> |      |      |      |      |      |      |      |
| 37                              | 0,60 | 0,48 | 0,44 | 0,40 | 0,40 | 0,46 | 0,60 |
| 40                              | 0,65 | 0,52 | 0,45 | 0,41 | 0,42 | 0,49 | 0,63 |
| 45                              | 0,70 | 0,57 | 0,48 | 0,44 | 0,46 | 0,54 | 0,68 |
| 50                              | 0,80 | 0,64 | 0,52 | 0,48 | 0,50 | 0,58 | 0,74 |
| 55                              | 0,88 | 0,69 | 0,58 | 0,53 | 0,55 | 0,63 | 0,80 |
| 60                              | 0,95 | 0,76 | 0,62 | 0,56 | 0,58 | 0,68 | 0,85 |
| 65                              | 1,10 | 0,82 | 0,65 | 0,58 | 0,61 | 0,72 | 0,91 |
| 70                              | 1,30 | 0,87 | 0,65 | 0,56 | 0,61 | 0,72 | 0,95 |
| 75                              | 1,65 | 0,90 | 0,55 | 0,55 | 0,60 | 0,65 | 0,95 |

| Градусы с.ш.          | I    | II   | III  | X    | XI   | XII  |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Дальний Восток</b> |      |      |      |      |      |      |
| 45                    | 1,20 | 1,00 | 0,70 | 0,90 | 1,30 | 1,30 |
| 50                    | 1,50 | 1,25 | 0,85 | 1,05 | 1,50 | 1,75 |
| 55                    | 1,75 | 1,40 | 1,00 | 1,25 | 2,20 | 2,40 |
| 60                    | 2,40 | 1,70 | 1,20 | 1,65 | 2,70 | 3,10 |

| Градусы с.ш.                | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Восточная ориентация</b> |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 37                          | 0,53 | 0,47 | 0,44 | 0,42 | 0,45 | 0,42 | 0,41 | 0,43 | 0,45 | 0,50 | 0,55 | 0,55 |
| 40                          | 0,53 | 0,47 | 0,47 | 0,44 | 0,45 | 0,43 | 0,41 | 0,44 | 0,47 | 0,50 | 0,55 | 0,55 |
| 45                          | 0,53 | 0,50 | 0,50 | 0,48 | 0,46 | 0,44 | 0,45 | 0,46 | 0,50 | 0,52 | 0,55 | 0,56 |
| 50                          | 0,54 | 0,54 | 0,53 | 0,52 | 0,48 | 0,47 | 0,48 | 0,48 | 0,54 | 0,56 | 0,55 | 0,58 |
| 55                          | 0,56 | 0,57 | 0,55 | 0,55 | 0,51 | 0,51 | 0,51 | 0,52 | 0,56 | 0,56 | 0,58 | 0,57 |
| 60                          | 0,60 | 0,60 | 0,59 | 0,60 | 0,53 | 0,53 | 0,54 | 0,55 | 0,60 | 0,56 | 0,62 | 0,55 |
| 65                          | 0,65 | 0,63 | 0,65 | 0,62 | 0,55 | 0,55 | 0,56 | 0,59 | 0,61 | 0,63 | 0,68 | 0,50 |
| 70                          |      | 0,64 | 0,70 | 0,65 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,62 | 0,63 | 0,70 | 0,75 |      |
| 75                          |      | 0,65 | 0,75 | 0,70 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,62 | 0,64 |      |      |      |

| Градусы с.ш.          | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Дальний Восток</b> |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 45                    | 0,53 | 0,53 | 0,48 | 0,47 | 0,45 | 0,40 | 0,40 | 0,45 | 0,48 | 0,55 | 0,60 | 0,55 |
| 50                    | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,50 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,55 | 0,60 | 0,60 | 0,65 |
| 55                    | 0,65 | 0,67 | 0,63 | 0,57 | 0,52 | 0,47 | 0,47 | 0,50 | 0,59 | 0,68 | 0,90 | 0,80 |
| 60                    | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,58 | 0,52 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,60 | 0,85 | 1,05 | 0,90 |

| Градусы с.ш.                       | I | II   | III  | IV   | V    | VI-VII | VIII | IX   | X    | XI   | XII |
|------------------------------------|---|------|------|------|------|--------|------|------|------|------|-----|
| <b>Северо-восточная ориентация</b> |   |      |      |      |      |        |      |      |      |      |     |
| 37                                 |   | 0,24 | 0,28 | 0,30 | 0,32 | 0,30   | 0,29 | 0,26 | 0,22 | 0,22 |     |
| 40                                 |   | 0,26 | 0,29 | 0,31 | 0,32 | 0,30   | 0,29 | 0,26 | 0,23 | 0,24 |     |
| 45                                 |   | 0,30 | 0,31 | 0,33 | 0,33 | 0,32   | 0,30 | 0,27 | 0,25 | 0,27 |     |
| 50                                 |   | 0,32 | 0,32 | 0,34 | 0,34 | 0,35   | 0,33 | 0,29 | 0,28 |      |     |
| 55                                 |   |      | 0,32 | 0,35 | 0,37 | 0,38   | 0,35 | 0,35 | 0,35 |      |     |
| 60                                 |   |      | 0,32 | 0,37 | 0,40 | 0,40   | 0,37 | 0,36 | 0,35 |      |     |
| 65                                 |   |      | 0,32 | 0,38 | 0,44 | 0,42   | 0,40 | 0,39 | 0,37 |      |     |
| 70                                 |   |      | 0,35 | 0,40 | 0,46 | 0,46   | 0,43 | 0,42 |      |      |     |
| 75                                 |   |      | 0,35 | 0,45 | 0,48 | 0,50   | 0,48 | 0,44 |      |      |     |

| Градусы с.ш.          | I    | II   | III  | IV   | V    | VI-VII | VIII | IX   | X    | XI   | XII  |
|-----------------------|------|------|------|------|------|--------|------|------|------|------|------|
| <b>Дальний Восток</b> |      |      |      |      |      |        |      |      |      |      |      |
| 45                    | 0,25 | 0,24 | 0,30 | 0,34 | 0,35 | 0,33   | 0,33 | 0,30 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| 50                    | 0,25 | 0,24 | 0,30 | 0,35 | 0,35 | 0,35   | 0,33 | 0,30 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| 55                    |      | 0,25 | 0,33 | 0,37 | 0,38 | 0,39   | 0,35 | 0,32 | 0,28 | 0,28 |      |
| 60                    |      | 0,25 | 0,33 | 0,37 | 0,38 | 0,40   | 0,35 | 0,32 | 0,28 | 0,28 |      |

| Градусы с.ш.               | I | II   | III  | IV   | V    | VI-VII | VIII | IX   | X    | XI   | XII |
|----------------------------|---|------|------|------|------|--------|------|------|------|------|-----|
| <b>Северная ориентация</b> |   |      |      |      |      |        |      |      |      |      |     |
| 37                         |   | 0,19 | 0,20 | 0,20 | 0,19 | 0,19   | 0,14 | 0,12 | 0,15 | 0,18 |     |
| 40                         |   | 0,23 | 0,23 | 0,21 | 0,19 | 0,19   | 0,15 | 0,14 | 0,17 | 0,21 |     |
| 45                         |   | 0,25 | 0,25 | 0,21 | 0,21 | 0,21   | 0,17 | 0,16 | 0,20 | 0,25 |     |
| 50                         |   | 0,28 | 0,25 | 0,23 | 0,25 | 0,25   | 0,21 | 0,19 | 0,24 |      |     |
| 55                         |   |      | 0,25 | 0,25 | 0,27 | 0,27   | 0,25 | 0,25 | 0,31 |      |     |
| 60                         |   |      | 0,25 | 0,26 | 0,29 | 0,29   | 0,26 | 0,27 | 0,32 |      |     |
| 65                         |   |      | 0,27 | 0,27 | 0,34 | 0,34   | 0,30 | 0,30 | 0,32 |      |     |
| 70                         |   |      | 0,30 | 0,30 | 0,38 | 0,43   | 0,37 | 0,34 |      |      |     |
| 75                         |   |      | 0,30 | 0,35 | 0,45 | 0,45   | 0,44 | 0,38 |      |      |     |

| Градусы с.ш.          | I    | II   | III  | IV   | V    | VI-VII | VIII | IX   | X    | XI   | XII  |
|-----------------------|------|------|------|------|------|--------|------|------|------|------|------|
| <b>Дальний Восток</b> |      |      |      |      |      |        |      |      |      |      |      |
| 45                    | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,24 | 0,26 | 0,29   | 0,26 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 |
| 50                    | 0,23 | 0,20 | 0,20 | 0,25 | 0,26 | 0,30   | 0,26 | 0,20 | 0,20 | 0,22 | 0,23 |
| 55                    |      | 0,21 | 0,20 | 0,25 | 0,30 | 0,30   | 0,26 | 0,24 | 0,22 | 0,26 |      |
| 60                    |      | 0,21 | 0,20 | 0,25 | 0,30 | 0,32   | 0,27 | 0,24 | 0,22 | 0,26 |      |

### Библиография

- [1] РД 52.04.562-96. Руководящий документ. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 5. Часть 1/Росгидромет. — М., 1997.
- [2] Кондратьев К.Я., Федорова М.П., Пивоварова З.И. Радиационный режим наклонных поверхностей. — Л.: Гидрометеоиздат, 1978.
- [3] Пивоварова З.И. Характеристика радиационного режима на территории СССР применительно к запросам строительства: Труды ГГО им. А.И. Воейкова, вып. 321. — Л.: Гидрометеоиздат, 1973.
- [4] Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1—7. Вып. 1—34. Л.: Гидрометеоиздат, 1988-2001.

Ключевые слова: метод определения удельного потребления теплоты, помещения, здания жилые, отапливаемое здание

### Содержание

- Введение  
1 Область применения  
2 Нормативные ссылки  
3 Термины и определения  
4 Общие положения  
5 Выбор объекта испытания  
6 Аппаратура и оборудование  
7 Подготовка к испытаниям  
8 Проведение испытаний  
9 Обработка результатов  
10 Анализ результатов испытаний  
11 Оценка методической погрешности  
12 Требования безопасности  
Приложение А Перечень нормативных документов, на которые даны ссылки в настоящем стандарте  
Приложение Б Журнал записи измеряемых и рассчитываемых параметров  
Приложение В Определение теплоступлений от солнечной радиации через светопроемы  
Приложение Г Библиография