*Проект*

*Изображение государственного Герба Республики Казахстан*

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**Энергетические характеристики зданий**

**Общие процедуры оценки энергетических характеристик**

**ЧАСТЬ 2**

**РУКОВОДСТВО ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ВХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ВНУТРИ ПОМЕЩЕНИЙ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗДАНИЙ**

**СТ РК ISO 17772-2**

*(ISO 17772-2:2018(E)* *Energy performance of buildings — Overall energy performance assessment procedures — Part 2: Guideline for using indoor environmental input parameters for the design and assessment of energy performance of buildings, IDT)*

*Настоящий проект стандарта не подлежит применению до его утверждения*

**Комитет технического регулирования и метрологии**

**Министерства торговли и интеграции Республики Казахстан**

**(Госстандарт)**

**Астана**

**Предисловие**

**1 ПОДГОТОВЛЕН И ВНЕСЕН** РГП на ПХВ «Казахстанский институт стандартизации и метрологии» Комитета технического регулирования и метрологии Министерства торговли и интеграции Республики Казахстан

**2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ** Приказом Комитета технического регулирования и метрологии Министерства торговли и интеграции Республики Казахстан от «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ №\_\_\_\_\_

**3** Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ISO 17772-2:2018(Е) Energy performance of buildings — Overall energy performance assessment procedures — Part 2: Guideline for using indoor environmental input parameters for the design and assessment of energy performance of buildings (Энергетические характеристики зданий. Общие процедуры оценки энергетических характеристик. Часть 2. Руководство по использованию входных параметров окружающей среды внутри помещений для проектирования и оценки энергетических характеристик зданий)

Международный стандарт ISO 17772-2:2018(Е) подготовлен Техническим комитетом ISO/TC 163 «Тепловые характеристики и энергетические затраты в зданиях»

Перевод с английского языка (en)

Официальные экземпляры международных стандартов, на основе которых подготовлен настоящий национальный стандарт и на которые даны ссылки, имеются в Едином государственном фонде нормативных технических документов

Сведения о соответствии стандартов ссылочным международным, региональным стандартам, стандартам иностранных государств приведены в дополнительном приложении В.А

Степень соответствия – идентичная (IDT)

**4** В настоящем стандарте реализованы нормы Закона Республики Казахстан «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности» от 13 января 2012 года № 541-ІV

**5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ**

*Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном каталоге национальных стандартов и национальных классификаторов технико-экономической информации Республики Казахстан, а текст изменений и поправок – в периодических информационных указателях стандартов. В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в периодическом информационном указателе стандартов*

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Комитета технического регулирования и метрологии Министерства торговли и интеграции Республики Казахстан

**Содержание**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1  2  3  4  5  6  7  8  9  10 | Область применения  Нормативные ссылки  Термины и определения  Символы и сокращения  Взаимодействие с другими стандартами  Как установить входные критерии проектирования для определения размеров зданий, систем отопления, охлаждения, вентиляции и освещения  Параметры внутренней среды для расчета энергии  Оценка внутренней среды и долгосрочные показатели  Инспекции и измерения внутренней среды в существующих зданиях  Классификация и сертификация внутренней среды помещений  Приложение A *(информационное)* Информация о национальных приложениях  Приложение B *(информационное)* Рекомендуемые критерии для тепловой среды  Приложение C *(информационное)* Основа для критериев качества воздуха в помещениях и скорости вентиляции  Приложение D *(информационное)* Пример определения зданий с низким и очень низким уровнем загрязнения окружающей среды  Приложение Е *(информационное)* Примеры критериев для освещения  Приложение F *(информационное)* Критерии шума внутренних систем некоторых помещений и зданий  Приложение G *(информационное)* Графики пребывания людей для энергетических расчетов  Приложение H *(информационное)* Долгосрочная оценка общих условий теплового комфорта  Приложение J *(информационное)* Методики для субъективных оценок  Приложение K *(информационное)* Примеры классификации и сертификации внутренней среды помещений  Приложение L *(информационное)* Рекомендуемые критерии для персонализированных систем  Приложение М *(информационное)* Рекомендуемые методы замены вентиляционного воздуха путем его очистки  Приложение N *(информационное)* Критерии ВОЗ для здоровья в закрытых помещениях  Библиография |  |

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**Энергетические характеристики зданий**

**Общие процедуры оценки энергетических характеристик**

**ЧАСТЬ 2**

**РУКОВОДСТВО ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ВХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ВНУТРИ ПОМЕЩЕНИЙ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗДАНИЙ**

**Дата введения**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1 Область применения

В настоящем стандарте рассматриваются параметры внутренней среды для тепловой среды, качества воздуха в помещении, освещения и акустики. В настоящем стандарте приведено, как использовать ISO 17772-1 для указания входных параметров внутренней среды для проектирования систем зданий и расчетов энергоэффективности.

Настоящий стандарт устанавливает:

- методы долгосрочной оценки внутренней среды, полученные в результате расчетов или измерений;

- критерии для измерений, которые могут быть использованы при необходимости оценки соответствия путем инспекции;

- параметры, которые должны использоваться при мониторинге и отображении внутренней среды в существующих зданиях.

Настоящий стандарт применим в тех случаях, когда критерии внутренней среды задаются пребыванием человека в помещении и когда производство или процесс не оказывают существенного влияния на внутреннюю среду. В нем приведено, как можно использовать различные категории критериев для внутренней среды.

**2 Нормативные ссылки**

Для применения настоящего стандарта необходимы, следующие ссылочные документы. Для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного документа, для недатированных ссылок применяют последнее издание ссылочного документа (включая все его изменения):

ISO 13731-2001 Ergonomics of the thermal environment — Vocabulary and symbols (Эргономика термальной среды. Словарь и обозначения).

ISO 17772-1-2017 Energy performance of buildings — Indoor environmental quality — Part 1: Indoor environmental input parameters for the design and assessment of energy performance of buildings (Энергетические характеристики зданий. Качество окружающей среды внутри помещений. Часть 1. Входные параметры окружающей среды внутри помещений для проектирования и оценки энергетических характеристик зданий).

**3 Термины и определения**

В настоящем стандарте применяются термины по ISO 13731 и ISO 17772-1.

*Проект, редакция 1*

**4 Символы и сокращения**

**4.1 Символы**

В настоящем стандарте применяются символы по ISO 52000-1:2017 (Приложение C), а также следующие символы.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Символ** | **Параметр** | **Единица** |
| *θ*o | рабочая температура в помещении | °C |
| *θ*e | наружная температура | °C |
| *Θ*m | текущая средняя температура наружного воздуха | °C |
| *Θ*ed-*i* | среднесуточная температура наружного воздуха | °C |
| *Θ*o | расчётная комфортная температура, проектные и энергетические расчеты | °C |
| *Θ*rm-*i* | текущая средняя температура наружного воздуха | °C |
| *v*a | скорость воздуха (средняя / максимальная) | м/с |
| *Θ*f | температура поверхности пола | °C |
| ΔCO2 | концентрация | ч/млн |
| Δ*Θ*pr | асимметрия эквивалентной температуры излучения | K |
| Δ*Θ*a | вертикальная разность температур воздуха | K |
| *α* | константа для расчетов среднего значения |  |
| *q*tot | общая скорость вентиляции | л/с |
| *q*B | норма вентиляции для строительных материалов | л/с(м2) |
| *q*p | скорость вентиляции для людей | л/с (на человека) |
| *q*tot | общий коэффициент вентиляции в занятой зоне | л/с(м2), л/с(чел.) |
| *n* | количество человек |  |
| *q*h | скорость вентиляции, необходимая для разбавления загрязняющего вещества | л/с |
| *G*h | образование загрязняющего вещества | µг/с |
| *C*h | нормативное значение загрязняющего вещества | µг/л |
| *C*h,i | нормативное значение вещества | µг /м3 |
| *C*h,o | концентрация загрязняющего вещества на входе в систему воздухозабора | µг /л |
| *ε*v | эффективность вентиляции | — |
| *A* | площадь пола | м2 |
| *Lp,A* | A-взвешенный уровень звукового давления | дБ(A) |
| *L*eq,nT,A | эквивалентный непрерывный уровень звукового давления | дБ(A) |
| *D* | коэффициент естественного освещения |  |
| *DCa,j* | коэффициент естественного освещения расчетной площади | Дж |
| *E*m | средняя поддерживаемая освещенность | люкс |
| *M* | уровень активности | мет |
| *I*cl | предполагаемый уровень одежды зима/лето | кло |

**4.2 Сокращения**

|  |  |
| --- | --- |
| ACH | Кратность воздухообмена в час |
| DR | Степень интенсивности сквозняка, % |
| DSNA | Солнцезащитный экран с коэффициентом дневной освещенности не активированный |
| IEQ | Качество окружающей среды в помещениях |
| IEQcat | Категория качества окружающей среды в помещениях для расчета |
| PBi\_3 | Класс зданий с низким уровнем загрязнения |
| PD | Процент неудовлетворенных микроклиматом по местным показателям; тепловой дискомфорт |
| PMV | Ожидаемая средняя оценка степени комфорта |
| PPD | Ожидаемый процент неудовлетворенных микроклиматом, % |
| RH | Относительная влажность |

**5 Взаимодействие с другими стандартами и использование категорий**

Настоящий стандарт взаимодействует с ISO 17772-1. В настоящем стандарте приведено, как критерии внутренней среды в ISO 17772-1 могут быть использованы для проектирования зданий и систем ОВКВ. Тепловые критерии (расчетная температура в помещении зимой, расчетная температура в помещении летом) используются в качестве исходных данных для расчета нагрузки на отопление и охлаждение и определения размеров установленных систем. Показатели вентиляции используются для определения размеров вентиляционных систем, а уровни освещения - для проектирования системы освещения, включая использование дневного освещения. Расчетные значения для определения размеров инженерных систем здания необходимы для того, чтобы избежать возможного негативного влияния на внутреннюю среду и дать рекомендации по повышению энергоэффективности существующих зданий, а также по отоплению и охлаждению зданий.

В настоящем стандарте приведены разъяснения, как значения параметров внутренней среды (температура, вентиляция, освещение) используются в качестве исходных данных для расчета спроса на энергию (спрос на энергию здания). Выходные данные измеренных параметров внутренней среды в существующих зданиях (температура, CO2, скорость вентиляции, уровень освещенности) позволят оценить общие годовые показатели и могут быть использованы для отображения факторов внутренней среды вместе с данными по энергетическим показателям.

Результаты расчетов комнатной температуры и ежегодного динамического моделирования зданий позволят оценить годовую производительность зданий на стадии проектирования.

В настоящем стандарте установлены методы измерения параметров внутренней среды и обработки измеренных данных, связанных с проверкой систем ОВКВ.

В настоящем стандарте также установлен метод категоризации внутренней среды ([раздел 10](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark37)). Метод может быть использован для объединения сложной информации о внутренней среде в простую классификацию для возможного сертификата внутренней среды.

**6 Установление входных критериев проектирования для определения размеров зданий, систем отопления, охлаждения, вентиляции и освещения**

**6.1 Общие положения**

Рекомендуемые входные значения приведены для каждой из различных категорий, согласно [таблице 1](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark5). Категории могут быть использованы по-разному. Прежде всего, они могут быть использованы для установления различных уровней критериев для проектирования зданий и строительных услуг. Разные страны могут стандартизировать одну категорию для проектирования. Консультант и заказчик строительного проекта могут использовать категории для согласования конкретного уровня проектирования. Не предполагается, что здание должно эксплуатироваться строго в одной категории круглый год. Категории можно использовать для описания годовых показателей внутренней среды здания, показывая распределение параметров по различным категориям. Затем на национальном уровне или в контракте на проектирование/эксплуатацию можно указать, в какой части времени эти категории могут быть превышены. Это приведено на некоторых примерах в настоящем стандарте.

**Таблица 1 - Категории качества окружающей среды в помещении**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Категория** | **Уровень ожиданий** | **Пояснение** |
| IEQi | Высокий | Следует выбирать для жильцов с особыми потребностями (дети, пожилые люди, лица с инвалидностью) |
| IEQii | Средний | Нормальный уровень, используемый для проектирования и эксплуатации |
| IEQiii | Умеренный | Все равно обеспечит приемлемые условия. Некоторый риск снижения работоспособности жильцов |
| IEQiv | Низкий | Следует использовать только в течение короткого времени года или в помещениях с очень коротким временем пребывания |

В случае, если здание спроектировано для категории III, большую часть года оно может эксплуатироваться в категории I или II. Когда наружные условия менее суровы (зимой теплее, летом холоднее), чем в расчетный день, мощность системы отопления/охлаждения будет достаточно большой, чтобы поддерживать внутреннюю среду в более узком диапазоне.

Выбор более высокой категории может увеличить потребление энергии. Требования к энергопотреблению регулируются национальными строительными нормами и правилами и не могут быть превышены. Задача проектировщика/эксплуатанта здания заключается в достижении высокого уровня качества внутренней среды в пределах требуемых энергетических критериев.

При проектировании зданий и определении размеров систем кондиционирования помещений критерии теплового комфорта (минимальная рабочая температура в помещении зимой, максимальная рабочая температура в помещении летом) используют в качестве исходных данных для расчетов нагрузки на отопление и нагрузки на охлаждение. Проектные скорости вентиляции, которые используются для определения размеров оборудования, также используются для энергетических расчетов. Критерии используются в качестве исходных данных для определения размеров и габаритов систем, а также для проектирования зданий (фасады, ориентация, солнечное затенение и т.д.). Использование более высокой категории приведет к созданию систем с большей мощностью; но в зависимости от того, как эксплуатируется система, потребление энергии не обязательно будет выше. При проектировании обычно используется расчетная внешняя температура для отопления и расчетный день (включая солнечную нагрузку) для охлаждения.

Для защиты проектировщика/установщика от претензий за невыполнение проектных намерений необходимо задокументировать основания для проектирования (граничные условия, плотность людей и т.д.) в проектной документации. Это позволит избежать дискуссий, когда эти граничные условия будут изменены в течение срока службы здания и критерии эффективности не будут выполнены.

**6.2 Тепловая среда**

**6.2.1 Общие положения**

Полевые исследования в офисных зданиях показали, что ожидания людей в отношении тепловой среды могут быть разными для зданий с установленным механическим охлаждением и зданий, в которых жильцы имеют возможность только открывать окна для влияния на тепловую среду. Критерии проектирования отличаются для двух типов офисных зданий: зданий с механическим отоплением и охлаждением и зданий без механического охлаждения (см. ISO 17772-1). Решение о том, какой подход использовать, принимается клиентом совместно с консультантом. Консультант может показать разницу между двумя методами (приемлемые температуры в помещениях, энергопотребление и т.д.).

**6.2.2 Здания с механическим отоплением и/или охлаждением**

Критерии для тепловой среды в отапливаемых и/или охлаждаемых зданиях, в ISO 17772-1 основаны на индексах теплового комфорта ожидаемая средняя оценка степени комфорта - ожидаемый процент неудовлетворенных микроклиматом (PMV-PPD) с предполагаемыми типичными уровнями активности и типичными значениями теплоизоляции одежды (зима и лето), по ISO 7730. Предполагая различные критерии для PPD, устанавливаются различные категории внутренней среды. Индекс PMV-PPD учитывает влияние всех шести тепловых параметров (одежда, активность, температура воздуха, средняя эквивалентная температура излучения, скорость движения воздуха и влажность) и может непосредственно использоваться в качестве критерия.

При определенном сочетании активности и одежды, предполагаемой относительной влажности 50 % и низкой скорости движения воздуха (<0,1 м/с), критерии также могут быть выражены в виде расчетной комфортной температуры, согласно [Приложению B](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark40). При других скоростях движения воздуха и влажности соответствующая расчетная комфортная температура будет другой. Некоторые примеры рекомендуемых расчетных комфортных температур в помещениях для отопления и охлаждения, полученных в соответствии с этим принципом, приведены в [таблице B.2](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark43). Здесь представлены расчетные значения для комфортной температуры внутри помещений в зданиях, где есть активные системы отопления в зимний период и активные системы охлаждения в летний период, предполагаемый уровень одежды для зимы (1,0 кло) и лета (0,5 кло) и уровень активности (сидячий образ жизни, 1,2 мет). Расчетные комфортные температурные пределы должны быть скорректированы, если уровень одежды и/или уровень активности отличаются от значений, указанных в таблице.

В некоторых типах помещений могут находиться смешанные типы людей (сидячие, стоячие/ходячие) с разным типом одежды (посетитель универмага в открытой одежде и работник магазина в закрытой одежде). В этих случаях необходимо найти компромисс для критериев проектирования и граничных условий; это должно быть зафиксировано в проектной документации и согласовано с клиентом.

Температура в ISO 17772-1:2017 (таблица H.2) - это рабочие температуры (ISO 7726) с расчетными нагрузками при расчетных погодных условиях, которые устанавливаются на национальном уровне в соответствии с ISO 15927-4 и ISO 15927-5.

В большинстве случаев средняя температура воздуха в помещении может быть использована для определения расчетной температуры в помещении, но если температура больших поверхностей помещения значительно отличается от температуры воздуха (окна зимой и летом) или в ситуациях, когда лица, находящиеся внутри здания, часто подвергаются воздействию прямого солнца, следует использовать расчетную комфортную температуру. Дополнительная информация об одежде и активности приведена в ISO 9920 и ISO 8996. Значение расчетной температуры может отличаться от приведенных значений, учитывая, местные обычаи (одежда) или стремление к экономии энергии, при условии, что внутридневное отклонение от расчетной температуры находится в заданном диапазоне, а жильцам дается время и возможность адаптироваться к измененной расчетной температуре.

Критерии проектирования в настоящем подпункте относятся как к проектированию зданий (размеры окон, солнечное затенение, масса здания и т.д.), так и к проектированию систем ОВКВ.

**6.2.2.1 Местный тепловой дискомфорт**

Критерии местного теплового дискомфорта (см. ISO 17772-1), такие как сквозняк, асимметрия эквивалентной температуры излучения, вертикальная разница температур воздуха и температура поверхности пола, также оказывают влияние на проектирование зданий и систем, и их следует учитывать.

**6.2.2.2 Персонализированные системы**

Индивидуальные предпочтения в отношении внутренней среды могут быть очень разными. Поэтому растет интерес к использованию персонализированных систем для обеспечения теплового комфорта на отдельных рабочих местах. С помощью персонализированных систем можно удовлетворить всех пользователей. Рекомендуемые критерии для таких систем приведены в [приложении L](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark112).

**6.2.3 Здания без механического охлаждения**

В летний сезон и в межсезонье (весной и осенью) можно применять так называемые адаптивные критерии (верхние и нижние пределы температуры, которые изменяются в зависимости от текущей средней температуры наружного воздуха) (см. верхние и нижние пределы категорий I, II и III в ISO 17772-1:2017 (рисунок H.2). В зимний период следует применять те же температурные ограничения, которые представлены для зданий с механическими системами охлаждения.

Критерии адаптации основаны на данных для офисных зданий, но могут быть использованы и для других зданий аналогичного типа, используемых в основном для нахождения людей с преимущественно сидячей деятельностью, где есть легкий доступ к открывающимся окнам и люди могут свободно адаптировать свою одежду к внутренним и/или внешним тепловым условиям. Настоящий метод применим только к помещениям, в которых люди в течение большей части времени имеют скорость метаболизма в пределах от 1,0 до 1,3 метаболизма. Также важно, чтобы в здании не было строгих правил ношения одежды, и чтобы жильцы могли свободно адаптировать свою одежду к внутренним и/или внешним тепловым условиям в диапазоне от 0,4 кло до 1,0 кло.

Верхний и нижний пределы, приведенные в ISO 17772-1:2017 (рисунок H.2), применяются только в случае, если средняя текущая наружная температура находится в диапазоне от 10 °C до 30 °C.

Температурные ограничения для лета и межсезонья применяются только в том случае, если тепловые условия в рассматриваемых помещениях регулируются (в эти сезоны) в основном жильцами путем открывания и закрывания окон. Несколько полевых исследований показали, что тепловые реакции жильцов в таких помещениях частично зависят от внешнего климата и отличаются от тепловых реакций жильцов в зданиях с механическими системами охлаждения, в основном из-за различий в тепловом опыте, наличия адаптационных возможностей, различий в воспринимаемом контроле и изменений в ожиданиях жильцов.

Для применения настоящего факультативного адаптивного метода соответствующие помещения должны быть оборудованы открывающимися наружу окнами или аналогичными фасадными элементами, которые могут легко открываться и регулироваться жильцами помещений. Эти открывающиеся окна (элементы фасада) должны быть спроектированы и расположены таким образом, чтобы в теплые дни они позволяли жильцам точно регулировать скорость воздуха внутри помещения (под действием давления ветра).

В помещении не должно работать механическое охлаждение. Можно использовать механическую вентиляцию с некондиционированным воздухом (летом), но открытие и закрытие окон должно иметь первостепенное значение как средство регулирования тепловых условий в помещении. Жильцы могут иметь дополнительные возможности для личного контроля над внутренней средой, такие как солнечное затенение, вентиляторы, жалюзи, ночная вентиляция и т.д.

Пространства могут быть обеспечены системой отопления, но этот дополнительный метод не применяется в те времена года, когда система отопления работает.

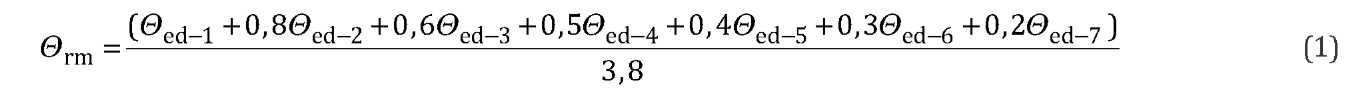
В жилых зданиях возможности для (поведенческой) адаптации относительно широки: человек относительно свободно регулирует обмен веществ и теплоизоляцию одежды в зависимости от погоды на улице и текущей температуры в помещении. За исключением спален, где нижний предел должен быть ниже, чем в других помещениях, исследования показали, что расчетная комфортная температура в спальнях оказывает значительное влияние на качество сна и общее состояние здоровья.

Полевые исследования предельных значений температуры, приведенные в ISO 17772-1:2017 (приложение H) не учитывают влияние производительности труда.

В благоустроенных (открытой планировки) офисах большинство людей имеют лишь ограниченный доступ к открывающимся окнам и, следовательно, обычно снижен личный контроль над естественной вентиляцией, например, если рабочие места расположены в центре помещения, вдали от прямого доступа к открывающимся окнам. Поэтому температурные ограничения, установленные настоящим методом, не всегда будут применимы в таких ситуациях.

ISO 17772-1:2017 (рисунок H.1) включает три категории температурных пределов для использования, как указано во введении и в ISO 17772-1:2017 (раздел 5). Допустимые температуры эксплуатации в помещениях на рисунке H.1 показаны в сравнении со средней текущей наружной температурой *Θ*rm*.*

При наличии записей среднесуточной внешней температуры используют следующую приближенную формулу (1):

, (1)

Температурные пределы по ISO 17772-1:2017 (рисунок H.1) испльзуют для определения размеров пассивных средств для предотвращения перегрева в летних условиях. Некоторые примеры: определение размеров и ориентации окон, определение размеров систем солнечного затенения и тепловой мощности здания. Если адаптивные пределы температуры, представленные в ISO 17772-1:2017 (рисунок H.1) (верхние пределы), не могут быть гарантированы пассивными средствами, то следует использовать механическое охлаждение. В таких случаях используют критерии проектирования зданий с механическим охлаждением (см. летние пределы в ISO 17772-1:2017, H.1).

ISO 17772-1:2017 (рисунок H.1) учитывает адаптацию одежды людей, поэтому нет необходимости оценивать значения одежды при использовании адаптивного метода по ISO 17772-1:2017 (H.1). Также обычно не требуется отдельно оценивать следующие параметры: местный тепловой дискомфорт, теплоизоляцию одежды, скорость метаболизма, влажность и скорость движения воздуха.

**6.2.4 Повышенная скорость движения воздуха**

В условиях летнего комфорта при температуре воздуха в помещении >25 °C для компенсации повышенной температуры воздуха можно использовать увеличение скорости движения воздуха. При наличии вентиляторов (которые могут управляться непосредственно жильцами) или других средств индивидуального регулирования скорости воздуха (например, персональных систем вентиляции или персонально открываемых окон) верхние пределы, представленные в ISO 17772-1:2017, таблица H.2 и рисунок H.1, могут быть увеличены на 2 K - 3 K. Точная температурная коррекция зависит от скорости воздуха и может быть получена из [таблицы B.3](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark44) и ISO 17772-1:2017, таблица H.2 и рисунок H.1. Настоящий метод также может быть использован для преодоления избыточной температуры в зданиях при наличии местного метода управления движением воздуха (вентилятор и т.д.).

Учитывая последнее: если жильцы здания имеют доступ к вентиляторам, персональным системам вентиляции, персонально открываемым окнам и т.д., которые обеспечивают им точный и менее ступенчатый контроль над скоростью воздуха, то верхние требования ISO 17772-1:2017 (таблица H.4) могут быть смягчены. Представленная в таблице зависимость между скоростью воздуха и смещением температуры основана на расчетах теплопередачи от кожи.

Предполагается, что коррекция температуры за счет увеличения скорости движения воздуха будет включена в адаптивный метод для зданий со свободной планировкой, поскольку необходимым условием этого метода является доступ жильцов к открывающимся окнам под их личным контролем.

Для зданий, спроектированных с использованием подхода PMV-PPD, температурная коррекция может быть применена также, если у жильцов есть доступ к открывающимся окнам, а не только если скорость движения воздуха обеспечивается вентиляторами и т.д.

**6.3 Проектирование с учетом качества воздуха в помещении (скорости вентиляции)**

**6.3.1 Общие положения**

**6.3.1.1 Обзор**

Стратегия контроля источников вместе с вентиляцией (естественной, механической и гибридной), размещением воздухозаборников и технологиями фильтрации и очистки воздуха способствуют улучшению качества воздуха в помещениях. Стратегия контроля источников очень важна, поскольку загрязнители воздуха часто образуются в помещениях. Для жилых зданий внутренние источники часто являются преобладающими источниками загрязняющих веществ.

**6.3.1.2 Контроль источников**

Контроль источников должен быть основной стратегией контроля уровня содержания веществ в воздухе. Во многих случаях источники не известны, или известно мало информации об эмиссии из строительных материалов и предметов обстановки, или источники привнесены в помещение жильцами после строительства здания. Существует несколько национальных методов сертификации материалов, которые могут быть использованы для контроля источников. Местная вытяжка источника с высоким уровнем выбросов (кухонная вытяжка, вытяжка в туалете и т.д.) также является одним из видов контроля источников.

**6.3.1.3 Вентиляция**

Загрязнения, оставшиеся после контроля источников, устраняются путем разбавления или вытеснения при соответствующем расходе вентиляционного воздуха.

**6.3.1.4 Временные периоды, используемые для определения расхода воздуха**

Методы, установленные в настоящем пункте, предполагают, что выбросы загрязняющих веществ постоянны в каждый рассматриваемый период времени и приводят к постоянному расчетному расходу вентиляционного воздуха для каждого периода времени, поэтому может возникнуть необходимость рассмотреть различные периоды времени с постоянными значениями.

**6.3.1.5 Повреждение здания**

Повреждение здания может произойти как при высокой температуре внутри помещения (очень высокая температура в помещении в теплые летние дни или при выключенном охлаждении), так и при слишком низкой температуре из-за риска образования конденсата и, как следствие, роста плесени. Поэтому некоторое отопление, охлаждение и/или вентиляция могут потребоваться и вне времени пребывания людей в помещении.

**6.3.1.6 Проектная документация**

Проектная документация очень важна для защиты как проектировщика, так и владельца. В течение срока службы здания его использование и нагрузки могут меняться. Поэтому очень важно, чтобы первоначальные критерии проектирования были задокументированы.

**6.3.2 Методы**

**6.3.2.1 Общие положения**

**6.3.2.1.1 Обзор**

ISO 17772-1 включает три метода оценки расчетного расхода воздуха, которые не обязательно приведут к одинаковому качеству воздуха в помещении. Причина включения многих методов заключается в том, что они открыты для национальных предпочтений в выборе метода. В проектной документации должно быть четко указано, какой метод был использован и почему он был выбран.

**6.3.2.2 Метод 1 на основе воспринимаемого качества воздуха**

Воспринимаемое качество воздуха - это, по сути, уровень запаха в помещении, воспринимаемый жильцами. Поскольку запахи будут состоять из выделений от жильцов (биологические стоки) и выделений от строительных материалов и мебели, рекомендуется использовать [формулу (2)](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark13):

*q*tot = *n ⋅ q*p + *A*R ⋅ *q*B , (2)

По мере добавления запахов, исходящих от людей, необходимо добавлять запахи из других источников. Знания о компонентах людей хорошо известны [[12](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark129)][[13](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark130)][[22](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark131)][[23](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark132)]в то время как вклад других источников документирована меньше. Из-за различий в компоненте здания (выбор материалов для внутренних помещений и т.д.), метод включает три различных типа зданий (см. [приложение D](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark75)).

Исследования [[25](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark133)][[26](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark134)] показывают, что люди адаптируются к запаху от биостоков, но очень слабо к выделениям от строительных материалов и мебели (ссылка). Адаптированные люди также подвержены усталости, ухудшению концентрации и т.д., которые могут возникнуть после длительного воздействия чрезмерной концентрации биостоков в воздухе. Требуемая минимальная вентиляция в 4 л/с на человека применима и к адаптированным людям. В ISO 17772-1 уровни воспринимаемого качества воздуха установлены для неадаптированных людей. Если в особых случаях проектирование основано на адаптированных людях, информацию об этом включают в раздел [C.1](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark47).

**6.3.2.3 Метод 2 с использованием критериев для отдельных веществ**

Скорость вентиляции, необходимую для разбавления отдельного вещества (формальдегида, других ЛОС), расчитывают балансом массы в стационарном состоянии в соответствии с [формулой (3):](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark14)

*Q*h = ⋅ , (3)

Примечание – В формуле могут использоваться различные единицы измерения (см. ISO 17772-1). Эффективность вентиляции определяют по EN 16798-3 и EN 16798-4.

[Формула (3)](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark14) применима к стационарным условиям, и метод требует, чтобы концентрация внешних загрязнителей была ниже, чем в помещении. В качестве индикатора для биостоков человека часто используется концентрация CO2. В [C.3](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark73) приведены примеры расчетов с использованием CO2 в качестве индикатора.

**6.3.2.4 Метод 3 на основе предварительно заданных расходов вентиляционного воздуха**

Косвенный метод выражения предполагаемого качества воздуха в помещении заключается в определении определенного минимального расхода вентиляционного воздуха, который, по оценкам, соответствует требованиям к качеству воздуха и здоровью в зоне пребывания людей.

Предварительно определенные расходы вентиляционного воздуха могут быть выражены комбинацией одного или нескольких из следующих компонентов: общая расчетная вентиляция для людей и элементов здания (*q*tot); расчетная вентиляция на единицу площади (*q*m2); расчетная вентиляция на человека (*q*p); расчетные скорости смены воздуха (ACH); расчетные площади проемов (*A*tot). Значения по умолчанию приведены в [приложении С](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark45).

**6.3.3. Здания нежилого назначения**

**6.3.3.1 Применяемые методы**

Определение расчетного расхода вентиляции является первым шагом в процессе проектирования вентиляционной системы. Расчетный расход вентиляционного воздуха используется для проектирования любого типа вентиляционной системы, включая механические, естественные и гибридные системы вентиляции.

**6.3.3.2 Расход вентиляционного воздуха во время отсутствия заполняемости**

Для недопущения повреждения здания (конденсат, плесень) и слишком высоких концентраций загрязняющих веществ в начале рабочего дня может потребоваться основная вентиляция в незанятые часы. Целесообразно использовать скорость вентиляции, соответствующую компоненту здания (загрязнение от строительных материалов). В качестве альтернативы можно запустить полную вентиляцию в определенное время до заселения, по [приложении C](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark45).

**6.3.4 Жилые здания**

**6.3.4.1 Общие положения**

В жилых домах жильцы в большинстве случаев могут считаться адаптированными к воспринимаемому качеству воздуха, поскольку они находятся в доме в течение длительного времени. В отличие от других типов зданий, здесь нет необходимости поддерживать ситуацию, когда качество воздуха в помещении воспринимается как свежее неадаптированными людьми, входящими в здание, поскольку это необычная ситуация для повседневного использования жилого здания. Разумеется, в жилых зданиях также можно проектировать интенсивность вентиляции для неадаптированных людей. Главным приоритетом в жилых зданиях является обеспечение здоровой внутренней среды, а второстепенным - предотвращение повреждений здания от избытка влаги.

**6.3.4.2 Применяемые методы**

При решении вопроса о нормах вентиляции следует учитывать, что жилые дома имеют варианты развития, модели использования и характеристики, отличные от нежилых зданий (офисов, школ, кинотеатров, баров или ресторанов и т.д.).

Жилые здания полностью отличаются от нежилых:

- заполненность жилища может сильно меняться в различное время дня;

- деятельность может сильно отличаться друг от друга: сон, приготовление пищи, принятие душа, уборка, просмотр телевизора и т.д.;

- в жилых зданиях понятие «адаптированные» люди имеет большое значение: так как жилище большую часть времени является частным пространством, где адаптация носит практически общий характер, отличаясь, от магазинов, ресторанов и т.д., где первое воздействие на входящих людей является существенным.

В жилых зданиях системы вентиляции должны учитывать гибкость использования различных помещений: к примеру, обычно спальни мало заняты в дневное время и заняты в ночное время, в отличие от гостиных.

ISO 17772-1:2017 (I.2) содержит методы и детали для соответствующего проектирования систем вентиляции в жилых зданиях. В [C.2](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark55) на некоторых примерах приведено, как применять методы по ISO 17772-1, и как они влияют на некоторые типы вентиляционных систем, имеющихся на рынке.

**6.3.4.3 Расход вентиляционного воздуха во время отсутствия заполняемости**

Если скорость вентиляции снижена или остановлена в незанятые часы, рекомендуется запустить систему вентиляции до того, как здание снова будет занято или будет проведено проветривание путем открывания окон (см. [C.4](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark74)).

**6.3.5 Доступ к открывающимся окнам**

Для обеспечения проветривания жилых домах и контакта с внешней средой, рекомендуется предусматривать открывающиеся окна. Это относится к спальням и гостиным в жилых домах и других зданиях с помещениями, предназначенными для сна, например, в домах престарелых. Это также относится к офисам, школам и детским учреждениям.

**6.3.6 Фильтрация и очистка воздуха**

Для ограничения концентрации и проникновения загрязняющих веществ наружного воздуха в помещении следует рассмотреть один или несколько из следующих методов:

- размещение воздухозаборников в менее загрязненных местах здания (например, в направлении дворов, а не дорог);

- фильтрация;

- очистка воздуха.

Рекомендации по проектированию очистки воздуха (фильтрация и газовая фаза) приведены в ISO 17772-1 и ISO 16814. Как заменить наружный воздух очисткой воздуха приведено в [приложении М](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark115).

Для выбора подходящих решений по фильтрации и очистке воздуха можно рассмотреть качество окружающего воздуха в месте расположения здания. Если здание находится в зоне, где превышены национальные стандарты или руководящие значения ВОЗ для PM10 или PM2,5, можно установить фильтры тонкой очистки (плюс предварительный фильтр, когда это необходимо), оцененные в соответствии с EN 16798-3, или устройства очистки воздуха для очистки наружного воздуха в любом месте до его поступления в жилые помещения. Также возможно на ограниченное время закрыть воздухозаборники наружного воздуха и использовать рециркуляцию в сочетании с соответствующей очисткой воздуха.

В случае, когда здание находится в зоне, где превышены нормативы национального стандарта/ВОЗ для одного или нескольких газообразных загрязнителей, таких как озон, NOx, SOx, PAH (полиароматические углеводороды), газовая фильтрация может быть реализована как таковая или в сочетании с фильтрацией воздуха от частиц.

EN 16798-3 содержит рекомендации по производительности фильтров и проектированию ступеней фильтров в соответствии с уровнем содержания частиц во внешнем воздухе и ожидаемым качеством воздуха в помещении.

Воздушные фильтры и устройства очистки воздуха выбираются и устанавливаются для защиты компонентов вентиляционной системы и воздуховодов от загрязнения пылью. Обрастание пылью может снизить энергетические показатели теплообмена батарей отопления/охлаждения и систем рекуперации тепла. Влажность и температурные условия в сочетании с накоплением пыли могут привести к дополнительной нагрузке вредными веществами органических загрязнений (размножение микроорганизмов и их метаболитов).

Воздушные фильтры не должны стать источником вредных или пахучих веществ. Регулярное техническое обслуживание, осмотры и замена воздушных фильтров минимизируют перенос микроорганизмов и поддерживают чистоту приточного воздуха. EN 16798-3 и стандарты инспекции содержат рекомендации и передовой опыт по обслуживанию и проверке воздушных фильтров.

**6.4 Влажность**

Критерии влажности зависят частично от требований к тепловому комфорту и качеству воздуха в помещении и частично от физических требований здания (конденсат, плесень и т.д.). Для специальных зданий (музеи, исторические здания, церкви) существуют особые требования к влажности. Для зданий, в которых нет других требований к влажности, кроме человеческой (например, офисы, школы и жилые дома), увлажнение обычно не требуется, а осушение обычно необходимо только в географических зонах с высоким уровнем внешней влажности. Кратковременное воздействие очень низких или высоких значений может быть допустимым.

**6.5 Освещение**

**6.5.1 Общие положения**

Окна являются наиболее предпочтительными в зданиях из-за дневного света, который они обеспечивают, и визуального контакта с внешней средой. Важно, чтобы окна не вызывали визуального или теплового дискомфорта, а также не нарушали приватность.

Свет является необходимой составляющей здоровья и благополучия человека. Свет влияет на настроение, эмоции и умственную активность людей. Он также может поддерживать и регулировать циркадные ритмы и влиять на физиологическое и психологическое состояние людей.

По соображениям комфорта и энергии в большинстве случаев предпочтительнее использовать дневной свет.

**6.5.2 Здания нежилого назначения**

Степень видимости и комфорта имеет широкий диапазон и регулируется видом деятельности и продолжительностью требуемых критериев освещения для рабочих мест, указанных в EN 12464-1, и для спортивного освещения в EN 12193. Для некоторых визуальных задач в зданиях и помещениях примеры требуемых критериев освещения привдены в [таблице E.1](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark81).

Согласно EN 12464-1:2011 (4.1) основные требования к освещению устанавливают удовлетворением трех основных потребностей человека: визуальный комфорт, визуальная производительность и визуальная безопасность.

Для обеспечения требуемой освещенности в помещениях, здания должны иметь доступ к дневному свету для обеспечения всего или части освещения, а при отсутствии дневного света должно быть установлено достаточное количество электрического освещения для обеспечения требуемой освещенности. EN 15193-1 содержит подробную информацию о влиянии дневного света на потребность в электроэнергии на освещение (ежемесячно и ежегодно) и классификацию доступности дневного света в зависимости от коэффициента дневного света.

Слишком маленькие окна могут давать слишком мало дневного света, а слишком большие незащищенные окна могут привести к перегреву.

**6.5.3 Жилые здания**

Дневной свет в жилых зданиях может проникать в помещение через фасадные световые проемы и окна верхнего света или их комбинацию. Вклад дневного света изменяется по уровню, направлению и спектральному составу с течением времени и обеспечивает переменное моделирование и яркость, что воспринимается как благоприятное для людей в помещении. Хорошее обеспечение дневным светом зависит от размера площади, освещенной дневным светом, по сравнению с площадью, не освещенной дневным светом.

**6.6 Шум**

Эквивалентный непрерывный уровень звука (*L*eq,A) является предпочтительным параметром одного значения для описания шума. Это постоянный уровень звукового давления, при котором в данной точке в течение того же периода времени *T* будет производиться та же звуковая энергия, что и при рассматриваемом переменном уровне звукового давления.

*L*eq,A является хорошим дескриптором шума, вызванного источниками, действующими в рабочих условиях в течение средне-длинного промежутка времени. Он широко используется в качестве дескриптора шума оборудования в непрерывном режиме работы (например, вентиляция, кондиционирование воздуха и т.д.) в большинстве нормативных документов и национальных стандартов.

Для оценки шума на соответствие требованиям необходимо нормализовать эквивалентный непрерывный уровень относительно времени реверберации (*L*eq,nT,A), чтобы учесть звукопоглощение помещения. *L*eq,nT,A установлен в ISO 16032 и ISO 10052.

ISO 17772-1 предусмотрен для проектирования и оценки энергоэффективности зданий, и в отношении шума в полной мере относятся только системы ОВКВ. Эти системы обычно строго связаны с водопроводом, и их вклад должен быть учтен для лучшего достижения комфортных условий. Также другие источники шума важны для комфортного использования зданий, такие как лифты и моторизованные системы для открытия дверей, ворот и т.п., и должны быть учтены при проектировании зданий. Использование *L*max (FAST/БЫСТРО) вместо *L*max (SLOW/МЕДЛЕННО) позволяет лучше учесть влияние импульсивных явлений и описать прерывистое функционирование источников шума (см. ISO 16032). Некоторые значения допустимого шума от наиболее распространенного сервисного оборудования в зданиях приведены в [приложении L](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark112).

**7 Параметры внутренней среды для расчета энергии**

**7.1 Общие положения**

Входные значения для энергетических расчетов основаны на тех же концепциях, что и критерии для проектирования. Критерии по ISO 17772-1 также отражаются в графиках пребывания людей.

**7.2 Тепловая среда**

**7.2.1 Общие положения**

Поскольку энергетические расчеты могут выполняться на сезонной, месячной или почасовой основе (динамическое моделирование), внутренняя среда задается соответствующим образом.

**7.2.2 Сезонные и месячные расчеты**

В межсезонье (при *Θ*rm между примерно 10 °C и 15 °C) можно использовать скорректированные верхний и нижний пределы температуры, находящиеся между зимними и летними значениями, указанными в [таблице B.2.](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark43)

**7.2.3 Почасовые расчеты или динамическое моделирование здания**

Температуру в помещении рассчитывают с помощью динамического моделирования здания. Рекомендуемые значения допустимого диапазона температуры в помещении для отопления и охлаждения приведены в ISO 17772-1:2017 (приложение H). В качестве целевого значения следует использовать среднюю точку диапазона температур, но температура в помещении может колебаться в пределах диапазона в зависимости от функций энергосбережения или алгоритма управления a . Если мощность охлаждения ограничена (здания со смешанным режимом), избыточную температуру в помещении можно оценить с помощью одного из методов, установленных в разделе 8.

Допущения, связанные с допустимым превышением, приведены в разделе 8.

**7.3 Качество воздуха в помещении и вентиляция**

**7.3.1 Общие положения**

Для достижения хорошего качества воздуха в помещениях требуется приемлемый уровень вентиляции как в нежилых, так и в жилых зданиях.

**7.3.2 Здания нежилого назначения**

Рекомендуемые скорости вентиляции для энергетических расчетов в основном такие же, как и при проектировании систем. В системах с переменным управлением воздушным потоком и вентиляцией, управляемой по требованию, скорость вентиляции может варьироваться между максимальной, при полном заполнении, и минимальной, когда рассматриваемое помещение не заполнено. В случае вентиляции с контролем CO2 можно использовать значения концентрации CO2, приведенные в ISO 17772-1:2017 (приложение I). Дополнительные рекомендуемые значения для превышения концентрации CO2 над концентрацией CO2 вне помещения приведены в [приложении C](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark45).

**7.3.3 Жилые здания**

Концепция расчетной скорости вентиляции и использование вентиляции с регулируемым спросом аналогичны офисам (см. [7.3.2](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark24)).

**7.4 Влажность**

Те же критерии, которые используются для проектирования, применяются и для энергетических расчетов.

**7.5 Освещение**

Те же критерии, которые используются для проектирования, применяются и для энергетических расчетов.

**8 Оценка внутренней среды и долгосрочные показатели**

**8.1 Общие положения**

Поскольку нагрузки в любом здании меняются от места к месту и от времени, спроектированная система может быть не в состоянии выполнить проектную задачу во всех помещениях в течение всех часов. Существует необходимость оценки долгосрочных характеристик здания в отношении внутренней среды. В настоящем подразделе представлены показатели для такой оценки и их использование. Оценка внутренней среды здания проводится путем оценки внутренней среды типичных помещений, представляющих различные зоны здания. Оценка основывается на следующих действиях: проектирование ([8.2](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark26)), расчеты ([8.3](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark28)), измерения ([8.4](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark29)) или анкетирование ([8.5](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark32)).

**8.2 Показатели проектирования**

Оценка категории внутренней среды здания основана на категориях следующих факторов внутренней среды:

a) тепловые критерии для зимы: указанные расчетные значения для температуры внутри помещения во время отопления приведены в [6.2.2](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark7);

b) тепловые критерии для лета: указанные расчетные значения для температуры внутри помещений во время охлаждения приведены в [6.2.2](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark7) и [6.2.3](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark9);

[c](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark16) ) критерии качества воздуха и вентиляции: проектные значения для вентиляции приведены в [6.3.3](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark16) для нежилых зданий и в 6.3.4 для жилых зданий;

d) критерии влажности: расчетные значения влажности приведены в [6.4](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark19);

e) критерии освещения: проектные значения для освещения приведены в [6.5](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark20);

f) критерии шума: проектные значения для шума приведены в [6.6](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark22).

**8.3 Расчетные показатели внутренней среды помещений**

Проектирование зданий - это экономически эффективный способ анализа ожидаемых характеристик зданий. Используемые компьютерные программы могут быть проверены в соответствии с EN 15265 и EN 15255. Для различных целей могут быть рассчитаны различные показатели внутренней среды. Ниже представлены четыре метода оценки теплового режима.

**8.3.1 Простой индикатор**

Для оценки эффективности всего здания необходимо смоделировать репрезентативные помещения или пространства. Здание соответствует критериям определенной категории, если помещения, составляющие 95% объема здания, соответствуют критериям выбранной категории.

**8.3.2 Почасовые критерии**

Производительность зданий или помещений с различными механическими или электрическими системами может быть оценена путем подсчета количества фактических часов или процента времени, когда критерий выполняется или не выполняется.

Эта процедура описана с примером в [приложении H](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark95).

**8.3.3 Показатели градусо-часов**

Что касается тепловой среды, то градусо-часы за пределами верхней или нижней границы могут быть использованы в качестве показателя эффективности здания для теплого или холодного времени года.

Эта процедура описана с примером в [приложении H](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark95).

**8.3.4 Общие критерии теплового комфорта (взвешенные критерии PMV)**

Эта процедура описана с примером в [приложении H](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark95).

**8.4 Измеряемые показатели**

**8.4.1 Общие положения**

Следует допускать отклонения от выбранных критериев. Некоторые национальные критерии выражают «допустимые отклонения» как приемлемое количество часов или процент времени пребывания за пределами критериев на основе ежегодной оценки (например, от 100 ч до 150 ч при условии 2000 часов пребывания; или 3 % времени пребывания). Это также может быть указано в виде взвешенных часов, где также учитывается уровень отклонения.

Если национальные критерии отклонений отсутствуют, можно использовать рекомендуемые критерии, приведенные в [приложении I](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark98). Эти критерии могут быть приведены на еженедельной, ежемесячной и ежегодной основе.

Файл погодных данных, используемый в моделировании здания для расчета производительности вентиляционной системы, может отличаться от фактических погодных данных. Волна жары может повлиять на фактические показатели здания и вызвать, например, перегрев. В этом случае может возникнуть более длительный период времени, в течение которого здание находится за пределами расчетной категории.

**8.4.2 Тепловая среда**

Измерения должны проводиться в представительных помещениях в разных зонах, ориентациях, с разной нагрузкой в представительные периоды эксплуатации. Оценка категории внутренней среды основана на временном и пространственном распределении температуры в помещении. Точки измерения и приборы должны соответствовать требованиям ISO 7726.

**8.4.3 Качество воздуха в помещении и вентиляция**

**8.4.3.1 Общие положения**

Качество воздуха в помещении и вентиляция здания оцениваются с помощью репрезентативных образцов, взятых из различных зон здания.

**8.4.3.2 Метод вентиляции**

Вентиляция зданий может быть оценена путем измерения воздушных потоков в воздуховодах или путем измерения трассирующих газов или с помощью, например, CO2 в качестве индикатора.

**8.4.3.3 Метод определения качества воздуха**

Качество воздуха в здании можно оценить в зданиях, где люди являются основным источником загрязнения, путем измерения средней концентрации CO2 в здании, когда здание полностью занято. Это можно сделать либо с помощью репрезентативных проб воздуха в помещении, либо путем измерения концентрации на вытяжке.

**8.4.4 Освещение**

Качество освещения оценивается путем измерения освещенности в рабочих зонах, в окружающих зонах, на стенах и потолке. Равномерность освещенности должна быть больше или равна рекомендуемым значениям по EN 12464-1 для каждого вида поверхности. Процедура проверки приведена в EN 12464-1:2011 (раздел 6).

Основными параметрами, определяющими световую среду в отношении электрического света и дневного света, являются:

- распределение яркости;

- освещенность;

- равномерность освещенности;

- блики;

- фактор дневного света;

- направленность света;

- освещение внутреннего пространства;

- изменчивость освещения (уровни и цвет света);

- цветопередача и цветовой облик света;

- мерцание.

**8.4.5 Шум**

Шум оценивается на репрезентативной выборке из помещений и пространств, обслуживаемых различными системами обработки воздуха, зонами, окнами и ориентацией. Критерии по шуму не влияют на энергетические характеристики зданий. В зданиях с естественной вентиляцией может случиться так, что требуемый приток наружного воздуха не может быть обеспечен путем открытия окон, поскольку шум от наружного обслуживающего оборудования нарушает критерии шума (если не приняты специальные меры, например, продуманное размещение или шумоглушение воздухозаборников) или контроль пользователя над системой. Также в случае механической вентиляции и охлаждения обеспечение необходимого количества воздуха может привести к неприемлемому уровню шума от вентиляторов.

Если адекватная вентиляция зависит от открывания окон, для оценки шума следует использовать эквивалентный уровень звукового давления (включая периоды, когда окна открыты и помещение подвергается воздействию внешнего шума от наружного обслуживающего оборудования). Критерии для шума приведены в [приложении F](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark82).

Согласно ISO 17772-1 на этапе проектирования известно о фактическом уровне внешнего шума. Эти данные часто недоступны или могут быть подвержены влиянию присутствия самого здания. Может быть трудно зафиксировать проектные значения, когда уровень шума зависит не только от условий эксплуатации оборудования. Многие национальные нормы определяют критерии оценки внешнего шума и зависят от соображений, связанных с местным использованием.

**8.5 Субъективные оценки**

Прямая субъективная реакция жильцов может быть использована для общей оценки внутренней среды. Можно использовать ежедневные, еженедельные, ежемесячные оценки с помощью анкет для общего восприятия внутренней среды, тепловых ощущений, воспринимаемого качества воздуха. В [приложении J](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark103) приведены рекомендуемые процедуры и вопросники для систематической регистрации субъективных реакций жильцов здания.

**9 Инспекции и измерения внутренней среды в существующих зданиях**

Часто бывает необходимо провести измерения внутренней среды здания во время осмотра, чтобы иметь возможность дать рекомендации относительно нагрузки на отопление, размера и работы системы.

Требования к проведению инспекции можно найти на национальном уровне или в стандартах, см. также EN 15378:2017 (6.2).

Если в ходе проверки требуется измерить внутреннюю среду, необходимо выполнить следующие процедуры.

**9.1 Измерения**

**9.1.1 Общие положеня**

В существующих зданиях измерения должны использоваться для проверки соответствия характеристик здания и его систем обслуживания (система вентиляции, отопительные и охлаждающие устройства, искусственное освещение) проектным требованиям. В [9.1.2](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark33) и [9.1.3](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark35) указано, как можно проводить такие измерения для каждого параметра качества окружающей среды в помещении.

**9.1.2 Тепловая среда**

Измерительная аппаратура, используемая для оценки тепловой среды, должна соответствовать требованиям, приведенным в ISO 7726.

В отношении размещения измерительных приборов в помещениях следует придерживаться рекомендаций, приведенных в ISO 7726.

Измерения следует проводить там, где, как известно, жильцы проводят большую часть своего времени, и при репрезентативных погодных условиях холодного и теплого сезона; для зимы (отопительного сезона) - при средней температуре наружного воздуха за три самых холодных месяца года или ниже, а для лета (сезона охлаждения) - при средней температуре наружного воздуха за три самых теплых месяца года при ясном небе или выше.

Период измерения всех измеряемых параметров должен быть достаточно длительным, чтобы быть репрезентативным: например, 10 дней.

Температура воздуха в помещении может быть использована в долгосрочных измерениях и скорректирована с учетом больших горячих или холодных поверхностей для оценки оперативной температуры в помещении (ISO 7726).

**9.1.3 Качество воздуха в помещениях**

Измерения качества воздуха в помещениях обычно основаны на косвенном подходе к измерению скорости вентиляции. Качество воздуха в помещении зависит также от наличия специфических загрязнителей в помещении, которые могут ухудшить восприятие жильцами качества воздуха в помещении или ухудшить здоровье жильцов (например, запах, помещение с нездоровым микроклиматом) или и то, и другое. Вентиляционные измерения должны показать, что требования к подаче свежего воздуха выполняются. Также необходимо провести исследования и измерения конкретных загрязняющих веществ (например, формальдегида, других ЛОС, мелкой пыли PM10 или PM2.5), чтобы определить уровни, потенциальные источники (внутри или снаружи) и стратегии, которые должны быть реализованы для устранения последствий, такие как:

- контроль и сокращение выбросов источников загрязнителей воздуха в помещениях;

- вентиляция для разбавления концентраций загрязняющих веществ в воздухе;

- фильтрация наружного воздуха на входе механической вентиляции;

- дополнительная очистка воздуха от загрязняющих веществ.

[В приложении I](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark98) в качестве справочных данных приводятся значения руководящих принципов ВОЗ для загрязнителей воздуха внутри и снаружи помещений. То, как это должно быть сделано, выходит за рамки настоящего стандарта.

Исключением является измерение CO2: в зданиях, где люди являются основными источниками загрязнения, скорость вентиляции (на человека или на м2) может быть оценена с помощью измерения CO2. Распад CO2, когда люди покидают здание, может быть использован для измерения скорости вентиляции. Измерения следует проводить в местах, где люди проводят большую часть времени, предпочтительно на уровне головы во время типичных условий высокой нагрузки.

Измерения CO2 предпочтительно проводить в зимних условиях, так как обычно в холодные месяцы приток свежего воздуха минимален (ограниченное использование открывающихся окон, частично закрытые фасадные ставни из-за риска сквозняка). В некоторых случаях может быть достаточно кратковременных измерений в «наихудшее время» (например, в конце утра или в конце дня в офисе или школе).

В больших зданиях не все помещения нуждаются в оценке, и измерений в репрезентативных помещениях может быть достаточно.

Если проект основан на определенном количестве подаваемого наружного воздуха, это количество должно быть подтверждено измерением на уровне помещения. Прямое измерение в приточном канале или на приточной решетке часто является более практичным и точным, чем измерение концентрации CO2.

Во-первых, необходимо измерить общий приток свежего воздуха во всем здании и перевести его в среднее значение на квадратный метр. Также в (репрезентативно отобранной) выборке помещений следует измерить подачу свежего воздуха «на уровне помещения». Последний показатель должен быть переведен как в подачу свежего воздуха на квадратный метр, так и в подачу свежего воздуха на человека с учетом фактического и проектного уровней заполненности.

Измерения следует проводить при «полухудших погодных условиях», которыми обычно являются зимние месяцы. Во многих зданиях с механической вентиляцией зимой используется рециркуляция. Очевидно, что значения приточного воздуха на уровне помещения должны быть скорректированы с учетом рециркуляции в периоды, когда используется рециркуляция. При использовании систем механической вентиляции постоянного объема достаточно мгновенных измерений.

В зданиях или помещениях с системами переменного объема подача воздуха (на уровне помещения) должна измеряться как в минимальном, так и в максимальном положении.

**9.1.4 Измерения качества света в помещениях на основе освещенности**

Освещенность должна измеряться как на рабочих зонах, так и на прилегающих территориях, чтобы соответствовать значениям, рекомендованным в EN 12464-1, в любое время работы. Другие параметры, такие как UGR, Ra и т.д., могут быть проверены в соответствии с EN 12464-1.

Измерения уровней освещенности при искусственном освещении проводятся без присутствия дневного света. Предпочтительно, чтобы измерения дневного света проводились в течение среднего пасмурного дня.

Поддерживаемые значения освещенности должны измеряться на горизонтальной плоскости в рабочей зоне на расстоянии около 0,8 м для обычных рабочих помещений и на расстоянии 0,1 м в зонах циркуляции и спортивных залах.

Измерения должны проводиться в соответствии с EN 13032.

**10 Классификация и сертификация внутренней среды помещений**

**10.1 Общие положения**

Информация о внутренней среде здания должна быть включена в энергетический сертификат здания, чтобы можно было оценить общую эффективность здания. Для этого сертификата необходима классификация внутренней среды. Для сертификации может быть необходимо объединить сложную информацию о внутренней среде в простой общий показатель качества внутренней среды здания.

В связи с большим количеством параметров и недостаточными знаниями о совместном влиянии параметров внутренней среды рекомендуется проводить общую классификацию только на основе тепловой среды и качества воздуха в помещении.

**10.2 Подробная классификация и сертификация**

Оценка внутренней среды включает (1) тепловые критерии для зимы, (2) тепловые критерии для лета, (3) критерии качества воздуха и вентиляции, (4) критерии освещения и (5) акустические критерии. Классификация внутренней среды может быть основана на демонстрации проектных критериев для каждого параметра, расчетах или измерениях за определенный период времени (неделя, месяц, год) соответствующих параметров, таких как температура в помещении, скорость вентиляции, влажность и концентрация CO2. Основа оценки должна быть указана в классификации и сертификации. Пример приведен в [приложении K](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark106).

**10.3 Рекомендуемая общая оценка внутренней среды и сертификация**

Для общей оценки рекомендуется дать «ареал» комфорта отдельно для тепловых условий и условий качества воздуха в помещении. Показывают как процент времени, в течение которого внутренняя среда (температура, скорость вентиляции или концентрация CO2) находится в пределах различных категорий (I, II, III и IV). Примеры приведены в [приложении K](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark106).

**Приложение A**

*(информационное)*

**Информация о национальных приложениях**

Цель приложений A-G приведена в ISO 17772-1. На национальном уровне можно решить, следует ли использовать различные категории или описана только одна категория для внутренней среды. Рекомендуется определить одну категорию для проектирования и расчета энергии. Затем можно использовать больше категорий для описания ежегодного качества внутренней среды.

Настоящее приложение служит напоминанием о том, что в приложениях A-G к ISO 17772-1:2017 приведены пустые таблицы, пригодные для национального внедрения настоящего стандарта, если значения, отличные от приведенных в ISO 17772-1:2017 (приложениях H-N), считаются более подходящими.

Пояснения и обсуждения соответствующих разделов ISO 17772-1:2017 (приложения A-G) приведены в [приложениях A](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark38)-[G](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark86).

Приложение А может быть использовано для предоставления дополнительных национальных комментариев к ISO 17772-1:2017 (приложения A-G).

**Приложение B**

*(информационное)*

**Рекомендуемые критерии для тепловой среды**

**B.1 Рекомендуемые категории для проектирования зданий с механическим отоплением и охлаждением**

В следующих разделах приведены некоторые дополнительные пояснения к рекомендуемым критериям в ISO 17772-1.

**Таблица B.1 - Примеры рекомендуемых категорий для проектирования механических нагреваемых и охлаждаемых объектов**

**здания**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Категория** | **Тепловое состояние организма в целом** | |
|  | **PPD**  % | **ожидаемая средняя оценка степени комфорта** |
|  |
| I | <6 | -0,2 < PMV < +0,2 |
| II | <10 | -0,5 < PMV < +0,5 |
| III | <15 | -0,7 < PMV < +0,7 |
| IV | <25 | -1,0 < PMV < +1,0 |

**Таблица B.2 - Примеры рекомендуемых расчетных значений оперативной температуры в помещениях зимой и летом для зданий с механическими системами охлаждения**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Тип здания/помещения** | **Категория** | | **Рабочая температура, °C** | | | |
|  |  | | Минимум для отопления  (зимний сезон), приблизительно 1,0 кло | | Максимум для охлаждения  (летний сезон), примерно 0,5 кло | |
| Жилые здания: жилые помещения  (спальни, гостиные, кухни и т.д.)  Сидячая деятельность примерно 1,2 мет | I | | 21,0 | | 25,5 | |
| II | | 20,0 | | 26,0 | |
| III | | 18,0 | | 27,0 | |
| IV | | 16 | | 28 | |
| Отдельный офис (ячеечное офисное помещение)  Сидячая деятельность примерно 1,2 мет | I | | 21,0 | | 25,5 | |
| II | | 20,0 | | 26,0 | |
| III | | 19,0 | | 27,0 | |
| IV | | 17 | | 28 | |
| Офис с ландшафтным дизайном (офис открытой планировки)  Сидячая деятельность примерно 1,2 мет | I | | 21,0 | | 25,5 | |
| II | | 20,0 | | 26,0 | |
| III | | 19,0 | | 27,0 | |
| *Продолжение таблицы В.2* | | | | | | |
| Конференц-зал  Сидячая деятельность примерно 1,2 мет | I | | 21,0 | | 25,5 | |
| II | | 20,0 | | 26,0 | |
| III | | 19,0 | | 27,0 | |
| IV | | 17 | | 28 | |
| Аудитория  Сидячая деятельность примерно 1,2 мет | | I | | 21,0 | | 25,5 | |
| II | | 20,0 | | 26,0 | |
| III | | 19,0 | | 27,0 | |
| Кафетерий/ресторан  Сидячая деятельность примерно 1,2 человека | | I | | 21,0 | | 25,5 | |
| II | | 20,0 | | 26,0 | |
| III | | 19,0 | | 27,0 | |
| IV | | 17 | | 28 | |
| Классная комната  Сидячая деятельность примерно 1,2 мет | | I | | 21,0 | | 25,0 | |
| II | | 20,0 | | 26,0 | |
| III | | 19,0 | | 27,0 | |
| IV | | 17 | | 28 | |
| Детский сад  Сидя-стоя примерно 1,2 мет | | I | | 21,0 | | 25,0 | |
| II | | 20,0 | | 26,0 | |
| III | | 19,0 | | 27,0 | |
| IV | | Не рекомендуется | | | |
| Универмаг  Стояние-ходьба приблизительно 1,6 мет | | I | | 17,5 | | 24,0 | |
| II | | 16,0 | | 25,0 | |
| III | | 15,0 | | 26,0 | |
| IV | |  | |  | |
| Примечание – В межсезонье (при *Θ*rm от 10 °C до 15 °C) можно использовать температурные пределы, находящиеся между зимними и летними значениями | | | | | | | |

Рекомендуемые значения для детских садов и универмагов трудно установить. В обоих типах зданий находятся люди с разной одеждой и разным уровнем активности. Поэтому один набор критериев не будет применим ко всем посетителям.

**Местный тепловой дискомфорт**

Максимально допустимая средняя скорость воздуха зависит от местной температуры воздуха и интенсивности турбулентности. Интенсивность турбулентности может варьироваться от 30 % до 60 % в помещениях со смешанным распределением потока воздуха. В помещениях с вытесняющей вентиляцией или без механической вентиляции интенсивность турбулентности может быть ниже. Проблемы со сквозняками могут быть вызваны высокой скоростью движения воздуха при открытии окон, систем вентиляции и кондиционирования, но также могут быть вызваны холодной тягой от холодных вертикальных поверхностей.

Сквозняк - это нежелательное местное охлаждение тела, вызванное движением воздуха. Дискомфорт от сквозняка может быть выражен как процент людей, которых, по прогнозам, будет беспокоить сквозняк. Оценка сквозняка (DR) может быть рассчитана по следующей формуле (B.1) (модель сквозняка):

DR = (34-*t*a,l) (*v*a,l-0,05)0,62 (0,37 ⋅ *v*a,l ⋅ *T*u+3,14), (B.1)

Для *v*a < 0,05 мс-1 вставьте *v*a = 0,05 мс-1

Для DR > 100 % используйте DR = 100 %

где

DR - рейтинг сквозняка, т.е. процент людей, недовольных из-за сквозняка;

*ta*,1 - местная температура воздуха, в градусах Цельсия, от 20 °C до 26 °C;

*va*,l - местная средняя скорость воздуха в метрах в секунду, <0,5 мс-1 ;

*T*u - интенсивность локальной турбулентности (%), определяемая как отношение стандартного отклонения локальной скорости воздуха к локальной средней скорости воздуха, от 10 % до 60 %.

Модель применима к людям с легкой, преимущественно сидячей активностью с тепловыми ощущениями для всего тела, близкими к нейтральным, и для прогнозирования сквозняка в области шеи. На уровне рук и ног модель может завышать прогнозируемую оценку сквозняка. Ощущение сквозняка ниже при активности выше сидячей (>1,2 мет) и для людей, чувствующих себя теплее, чем нейтрально.

**Вертикальная разность температур воздуха**

Высокая вертикальная разница температур воздуха между головой и лодыжками может вызвать дискомфорт. Эти пределы важны при проектировании системы вентиляции перемещения.

**Теплые и холодные полы**

Если пол слишком теплый или слишком холодный, жильцы будут испытывать дискомфорт из-за теплых или холодных ног. Для людей, носящих легкую закрытую обувь, для комфорта важна температура пола, а не материал напольного покрытия. При длительном пребывании людей в помещении эти критерии не действуют для полов с электрическим подогревом. При электрическом обогреве обеспечивается определенная теплоотдача, не зависящая от температуры поверхности. Система отопления на основе воды не будет создавать температуру выше, чем температура воды.

Для помещений, которые люди занимают босыми ногами, см. ISO/TS 13732-2.

**Асимметрия излучателя тепла**

Асимметрия излучателя тепла также может вызывать дискомфорт. Люди наиболее чувствительны к асимметрии излучателя тепла, вызванной теплыми потолками или холодными стенами (окнами).

**B.2 Приемлемые температуры в помещениях для проектирования зданий без систем механического охлаждения**

ISO 17772-1:2017 (рисунок H.1) рекомендуемые расчетные комфортные температуры внутри помещений (*Θ*0) представлены для зданий без механических систем охлаждения, в соответствии с определением и расчетом внешней средней текущей температуры (*Θ*rm), по ISO 17772-1:2017 (6.2.2).

Несколько замечаний, связанных с рисунком H.1:

- зимой при наружных средних текущих температурах ниже 10 °C следует использовать стандартные критерии отопительного сезона, представленные в [таблице H.1](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark97);

- пределы рабочих температур, представленные на рисунке, действуют только при температуре 10 °C < *Θ*rm < 30 °C выше *Θ*rm = 25 °C пределы основаны на ограниченных данных, полученных на месте эксплуатации;

- не установлена механическая система охлаждения: можно использовать механическую вентиляцию с некондиционированным воздухом (летом), но открытие и закрытие окон должно иметь первостепенное значение как средство регулирования теплового режима в помещении. Кроме того, жильцы могут иметь дополнительные возможности для личного контроля над внутренней средой, такие как солнечное затенение, вентиляторы, жалюзи, ночная вентиляция и т.д.

Как использовать адаптивные критерии на практике.

Как при неадаптивных критериях, приведенных в [B.1](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark42), адаптивные критерии могут быть использованы на этапе (повторного) проектирования (зданий (фасадов зданий) и их систем ОВКВ), или при принятии решения об эксплуатации здания (заданные значения), или при оценке внутреннего климата в существующих зданиях. Для стандартных зданий в качестве критериев проектирования обычно рекомендуется использовать пределы категории II. Только там, где предполагается размещение чувствительных людей (например, сидячие места для пожилых людей), можно использовать более строгие ограничения категории I.

Когда адаптивные критерии используются как часть стандарта проектирования для помещений с естественным кондиционированием, рекомендуется использовать инструмент моделирования здания с «адаптивным модулем» для прогнозирования условий внутри помещения. Результаты моделирования (например, значения почасовой рабочей температуры) затем можно сравнить с максимальными рабочими температурами, допустимыми в соответствии с адаптивным подходом, чтобы решить, будут ли условия приемлемыми или нет. Результаты моделирования должны быть представлены в виде процента рабочего времени (например, в будние дни с 8:00 до 18:00 часов), в течение которого оперативная температура находится в пределах ограничений категории I, между ограничениями категории I и категории II, между ограничениями категории II и категории III и за пределами ограничений категории III. Если моделирование показывает, что расчетная комфортная температура на значительное время превышает пределы адаптивного комфорта, которые были выбраны заранее, необходимо внести изменения в конструкцию (например, фасада или тепловой массы). После этого процесс моделирования повторяется. Если модификации дизайна недостаточно для удовлетворения адаптивных критериев, можно рассмотреть возможность внедрения активных систем охлаждения. Следует перейти к неадаптивным верхним пределам для оперативной температуры, по [B.1](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark42).

Критерии адаптивного комфорта также могут быть использованы в контексте эксплуатации зданий и систем обслуживания зданий. Например, при определении заданных значений для автоматизированных фасадных систем (с открывающимися частями) или при точной настройке параметров ночного охлаждения летом для механических вентиляционных систем.

Третий способ использования адаптивных критериев - в контексте проверки эксплуатационных характеристик здания. Это может происходить на регулярной основе в контексте общих требований контракта или как часть исследования внутреннего климата, которое было начато из-за жалоб на тепловой комфорт. Приемлемость существующих тепловых условий в зданиях без активных систем охлаждения (и с открывающимися окнами) может быть оценена с помощью адаптивных критериев в качестве эталона. В старых зданиях в качестве базового уровня следует использовать температурные пределы категории III, в более новых зданиях (менее 10 лет) в большинстве случаев следует использовать пределы категории II. Результаты измерений должны быть представлены в виде процента рабочего времени (например, в будние дни с 8:00 до 18:00 часов), в течение которого оперативная температура находится в пределах категории I, между пределами категории I и категории II, между пределами категории II и категории III и вне пределов категории III. Продолжительность измерений составляет не менее недели, предпочтительно около 3 недель. Измерения должны проводиться как при (типичных) летних, так и при типичных (зимних) условиях.

Если рабочие температуры выше 25 °C и установлено специальное оборудование (например, настольные вентиляторы, потолочные вентиляторы или персональные вентиляционные системы с функцией форсирования), которое позволяет жильцам здания создавать повышенную скорость воздуха на своих рабочих местах, может быть разрешено увеличить верхние температурные пределы, представленные в ISO 17772-1:2017 (рисунок H.1), с дельтой *T*o , как представлено в [таблице B.3.](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark44)

**Таблица B.3 - Коррекция оперативной температуры в помещении (Δ*θ*o)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Средняя скорость воздуха (*v*a)**  **0,6 м/с** | **Средняя скорость воздуха (*v*a)**  **0,9 м/с** | **Средняя скорость воздуха (*v*a)**  **1,2 м/с** |
| 1,2 K | 1,8 K | 2,2 K |

**B.3 Рекомендуемые температуры в помещениях для энергетических расчетов**

**Таблица B.4 - Температурные диапазоны для почасового расчета энергии охлаждения и отопления в трех категориях внутренней среды помещений**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Тип здания или помещения** | **Категория** | **Диапазон температур для нагрева, °C Одежда ~ 1,0 кло** | **Диапазон температур для охлаждения, °C Охлаждение ~ 0,5 кло** |
| Жилые здания, жилые помещения (спальни гостиные, кухни и т.д.)  Сидячая деятельность ~1,2 мет | I | 21,0 - 25,0 | 23,5 - 25,5 |
| II | 20,0 - 25,0 | 23,0 - 26,0 |
| III | 18,0 - 25,0 | 22,0 - 27,0 |
| IV | 17,0 - 25,0 | 21,0 - 28,0 |
| Офисы и помещения с аналогичной деятельностью (отдельные офисы, офисы открытой планировки, конференц-залы, аудитории, кафетерии, рестораны, учебные классы)  Сидячая деятельность ~1,2 мет | I | 21,0 - 23,0 | 23,5 - 25,5 |
| II | 20,0 - 24,0 | 23,0 - 26,0 |
| III | 19,0 - 25,0 | 22,0 - 27,0 |
| IV | 17,0 - 26,0 | 21,0 - 28,0 |
| Детский сад  Активность сидя-стоя ~1,2 мет | I | 21,0 - 23,0 | 23,5 - 25,5 |
| II | 20,0 - 24,0 | 23,0 - 26,0 |
| III | 19,0 - 25,0 | 22,0 - 27,0 |
| Универмаг  Стояние-ходьба ~1,6 мет | I | 17,5 - 20,5 | 22,0 - 24,0 |
| II | 16,0 - 22,0 | 21,0 - 25,0 |
| III | 15,0 - 23,0 | 20,0 - 26,0 |

В разделе [B.1](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark42) приведено, средняя расчетная температура может отличаться от указанных значений, например, с учетом местных обычаев или желания экономить энергию, если в течение дня отклонения от расчетной температуры находятся в заданном диапазоне, а жильцам дается время и возможность адаптироваться к измененной расчетной температуре.

**Приложение C**

*(информационное)*

**Основа для критериев качества воздуха в помещениях и скорости вентиляции**

**C.1 Расчетные расходы воздуха на вентиляцию по умолчанию для зданий нежилого назначения**

**C.1.1 Общие положения**

Не существует общего стандартного показателя качества воздуха в помещении. Поэтому качество воздуха в помещении выражается как необходимый уровень вентиляции или концентрации CO2. Общепризнано, что на качество воздуха в помещении влияют выбросы от людей и их деятельности (биологические стоки, приготовление пищи), от здания и мебели, а также от самой системы ОВКВ. Два последних источника обычно называют компонентами здания. Необходимая вентиляция основывается на критериях здоровья и комфорта. В большинстве случаев критерии здоровья также будут удовлетворяться требуемой вентиляцией для комфорта (воспринимаемое качество воздуха). Влияние на здоровье может быть связано с конкретными компонентами выбросов, и если концентрация одного источника снижена, то концентрация других также будет снижена. Комфорт больше связан с воспринимаемым качеством воздуха (запах, раздражение). В этих случаях различные источники выбросов могут иметь компонент запаха, который увеличивает уровень запаха. Нет общего согласия относительно того, как следует суммировать различные источники выбросов. В настоящем стандарте критерии в дальнейшем будут выражаться по-разному:

- метод, основанный на воспринимаемом качестве воздуха;

- метод с использованием предельных значений концентрации газа;

- метод, основанный на заранее определенных расходах вентиляционного потока.

Для систем с регулированием CO2 и температуры требование вентиляции выполняется, если соблюдаются ограничения по CO2 и температуре.

Инфильтрация может быть рассчитана как часть расхода вентиляционного воздуха.

**C.1.2 Метод 1: Метод, основанный на воспринимаемом качестве воздуха**

Расчетная проектная скорость вентиляции складывается из двух компонентов:

- значения из ISO 17772-1:2017 (таблица I.1), касающиеся вентиляции для загрязнений от жильцов (биологические стоки);

- значения из ISO 17772-1:2017 (таблица I.2), касающиеся вентиляции загрязнений от здания и систем.

Вентиляция для каждой категории представляет собой сумму этих двух компонентов, как приведено в [формуле (1)](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark10).

Нормы вентиляции для жильцов могут быть основаны как на адаптированных, так и на неадаптированных жильцах здания. Разумным подходом может быть проектирование конкретных типов помещений для адаптированных людей, например, зрительных залов, кинотеатров, классных комнат. Для использования проектирования для адаптированных людей в этих типах помещений потребуется проветривание или сильная вентиляция между сеансами. Целесообразно также использовать адаптированных людей в жилых зданиях. Люди адаптируются только к биологическим стокам (запаху), и соответствующие значения для неадаптированных и адаптированных жильцов (*q*p)приведены в [таблице C.1](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark48). При таких более низких показателях вентиляции жильцы все еще могут ощущать приемлемое воспринимаемое качество воздуха, но это может снизить работоспособность или эффективность обучения жильцов (школы, аудитории).

**Таблица C.1 - Базовые нормы вентиляции для разбавления выбросов (биологических стоков) от людей для различных категорий**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Категория | Ожидаемый процент неудовлетворенных | Расход воздуха на одного неадаптированного человека  л/с/человек | Расход воздуха на одного адаптированного человека  л/с/человек |
| I | 15 | 10 | 3,5 |
| II | 20 | 7 | 2,5 |
| III | 30 | 4 | 1,5 |
| IV | 40 | 2,5 | 1,0 |
| ISO 17772-1 рекомендует общую вентиляцию не менее 4 л/с на человека. Это значение основано на результатах европейского исследования «Вентиляция и здоровье» и было рекомендовано в тех случаях, когда основной вклад в выбросы вносят люди | | | |

Показатели вентиляции (*q*B) для выбросов здания рассчитываются в соответствии с ISO 17772-1:2017 (таблица I.2).

Общая скорость вентиляции для помещения рассчитывается по ISO 17772-1:2017, формула (1).

Примеры общих норм вентиляции для непроизводственных и нежилых зданий, основанных на этих значениях, рассчитанных по ISO 17772-1:2017. Формула с плотностью заселения по умолчанию, приведены в [таблице C.2](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark49) (для неадаптированных людей) и [таблице C.3](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark50) (для адаптированных людей). Значения в таблице основаны на полном перемешивании в помещении (концентрация загрязняющих веществ одинакова в вытяжной и в занимаемой зоне). Если эффективность распределения воздуха отличается от полного смешивания и может быть надежно доказана (см. ISO 17772-1), нормы вентиляции могут быть скорректированы в соответствии с эффективностью вентиляции.

Общий расход вентиляции может быть указан либо как л/(с м2), либо как л/чел, как показано в [таблицах C.2](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark49) и [C.3.](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark50)

Здание по умолчанию считается зданием с низким уровнем загрязнения, если только предшествующая деятельность не привела к загрязнению здания (например, курение). В этом случае здание считается не загрязняющим окружающую среду. Категория очень низкого уровня загрязнения требует, чтобы большинство строительных материалов, используемых для отделки внутренних поверхностей, соответствовали национальным или международным критериям очень низкого уровня загрязнения. Пример определения строительных материалов с очень низким уровнем загрязнения приведен в [приложении D](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark75).

**Таблица C.2 - Неадаптированные люди. Примеры рекомендуемых норм вентиляции для нежилых зданий с плотностью заселения по умолчанию для трех категорий загрязнения от самого здания**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Тип здания или помещения** | | **Категория** | | **Площадь пола м2/чел** | | *q*p | | *q*p | | *q*B | | *q*tot | | | | *q*B | | *q*tot | | | | *q*B | | *q*tot | | | |
| **Минимальная скорость вентиляции** | | | |
| л/ (с м2) | | л/с чел. | | л/с, м2 | | л/с, м2 | | л/с,чел | | л/с, м2 | | л/с, м2 | | л/с,чел | | л/с, м2 | | л/с, м2 | | л/с,чел | |
| **Только для заполнения** | | | | **Для зданий с очень низким уровнем загрязнения** | | | | | | **Для зданий с низким уровнем загрязнения** | | | | | | **Для зданий с низким уровнем загрязнения** | | | | | |
| Отдельный офис | | I | | 10 | | 1 | | 10 | | 0,5 | | 1,5 | | 15 | | 1 | | 2,0 | | 20,0 | | 2 | | 3,0 | | 30 | |
| II | | 10 | | 0,7 | | 7 | | 0,35 | | 1,1 | | 11 | | 0,7 | | 1,4 | | 14,0 | | 1,4 | | 2,1 | | 21 | |
| III | | 10 | | 0,4 | | 4 | | 0,2 | | 0,6 | | 6 | | 0,4 | | 0,8 | | 8,0 | | 0,8 | | 1,2 | | 12 | |
| IV | | 10 | | 0,25 | | 2,5 | | 0,15 | | 0,4 | | 4 | | 0,3 | | 0,6 | | 5,5 | | 0,6 | | 0,9 | | 9 | |
| Офис с ландшафтным дизайном | | I | | 15 | | 0,7 | | 10 | | 0,5 | | 1,2 | | 18 | | 1 | | 1,7 | | 25,0 | | 2 | | 2,7 | | 40 | |
| II | | 15 | | 0,5 | | 7 | | 0,35 | | 0,8 | | 12 | | 0,7 | | 1,2 | | 17,5 | | 1,4 | | 1,9 | | 28 | |
| III | | 15 | | 0,3 | | 4 | | 0,2 | | 0,5 | | 7 | | 0,4 | | 0,7 | | 10,0 | | 0,8 | | 1,1 | | 16 | |
| IV | | 15 | | 0,2 | | 2,5 | | 0,15 | | 0,3 | | 5 | | 0,3 | | 0,5 | | 7,0 | | 0,6 | | 0,8 | | 12 | |
| Конференц-зал | | I | | 2 | | 5 | | 10 | | 0,5 | | 5,5 | | 11 | | 1 | | 6,0 | | 12,0 | | 2 | | 7,0 | | 14 | |
| II | | 2 | | 3,5 | | 7 | | 0,35 | | 3,9 | | 8 | | 0,7 | | 4,2 | | 8,4 | | 1,4 | | 4,9 | | 10 | |
| III | | 2 | | 2 | | 4 | | 0,2 | | 2,2 | | 4 | | 0,4 | | 2,4 | | 4,8 | | 0,8 | | 2,8 | | 6 | |
| IV | | 2 | | 1,25 | | 2,5 | | 0,15 | | *(1,4) 1,8* | | *(3) 4* | | 0,3 | | *(1,6) 2* | | *(3,1) 4* | | 0,6 | | 1,9 | | 4 | |
| Аудитория | | I | | 0,75 | | 13,3 | | 10 | | 0,5 | | 13,8 | | 10 | | 1 | | 14,3 | | 10,8 | | 2 | | 15,3 | | 12 | |
| II | | 0,75 | | 9,3 | | 7 | | 0,35 | | 9,7 | | 7 | | 0,7 | | 10,0 | | 7,5 | | 1,4 | | 10,7 | | 8 | |
| III | | 0,75 | | 5,3 | | 4 | | 0,2 | | 5,5 | | 4 | | 0,4 | | 5,7 | | 4,3 | | 0,8 | | 6,1 | | 5 | |
| IV | | 0,75 | | 3,3 | | 2,5 | | 0,15 | | *(3,5) 4,7* | | *(3) 4* | | 0,3 | | *(3,6) 5,3* | | *(2,7) 4* | | 0,6 | | *(3,9) 4,7* | | *(3) 4* | |
| Ресторан | | I | | 1,5 | | 6,7 | | 10 | | 0,5 | | 7,2 | | 11 | | 1 | | 7,7 | | 11,5 | | 2 | | 8,7 | | 13 | |
| II | | 1,5 | | 4,7 | | 7 | | 0,35 | | 5,0 | | 8 | | 0,7 | | 5,4 | | 8,1 | | 1,4 | | 6,1 | | 9 | |
| III | | 1,5 | | 2,7 | | 4 | | 0,2 | | 2,9 | | 4 | | 0,4 | | 3,1 | | 4,6 | | 0,8 | | 3,5 | | 5 | |
| IV | | 1,5 | | 1,7 | | 2,5 | | 0,15 | | *(1,8) 2,4* | | *(3) 4* | | 0,3 | | *(2,0) 2,7* | | *(3,0) 4* | | 0,6 | | *(2,3) 2,4* | | *(3) 4* | |
| Классная комната | | I | | 2 | | 5 | | 10 | | 0,5 | | 5,5 | | 11 | | 1 | | 6,0 | | 12,0 | | 2 | | 7,0 | | 14 | |
| II | | 2 | | 3,5 | | 7 | | 0,35 | | 3,9 | | 8 | | 0,7 | | 4,2 | | 8,4 | | 1,4 | | 4,9 | | 10 | |
| III | | 2 | | 2 | | 4 | | 0,2 | | 2,2 | | 4 | | 0,4 | | 2,4 | | 4,8 | | 0,8 | | 2,8 | | 6 | |
| IV | | 2 | | 1,25 | | 2,5 | | 0,15 | | *(1,4) 1,8* | | *(3) 4* | | 0,3 | | *(1,6) 2* | | *(3,1) 4* | | 0,6 | | 1,9 | | 4 | |
| Детский сад | | I | | 2 | | 5 | | 10 | | 0,5 | | 5,5 | | 11 | | 1 | | 6,0 | | 12,0 | | 2 | | 7,0 | | 14 | |
| II | | 2 | | 3,5 | | 7 | | 0,35 | | 3,9 | | 8 | | 0,7 | | 4,2 | | 8,4 | | 1,4 | | 4,9 | | 10 | |
| III | | 2 | | 2 | | 4 | | 0,2 | | 2,2 | | 4 | | 0,4 | | 2,4 | | 4,8 | | 0,8 | | 2,8 | | 6 | |
| IV | | 2 | | 1,25 | | 2,5 | | 0,15 | | *(1,4) 1,8* | | *(3) 4* | | 0,3 | | *(1,6) 2* | | *(3,1) 4* | | 0,6 | | 1,9 | | 4 | |
| Универмаг | | I | | 7 | | 1,4 | | 10 | | 1 | | 2,4 | | 17 | | 2 | | 3,4 | | 24 | | 3 | | 4,4 | | 31 | |
| II | | 7 | | 1,0 | | 7 | | 0.7 | | 1,7 | | 12 | | 1,4 | | 2,4 | | 16,8 | | 2,1 | | 3,1 | | 22 | |
| III | | 7 | | 0,6 | | 4 | | 0,4 | | 1,0 | | 5 | | 0,8 | | 1,4 | | 9,6 | | 1,2 | | 1,8 | | 12 | |
| IV | | 7 | | 0,4 | | 2,5 | | 0,3 | | 0,7 | | 7 | | 0,6 | | 10 | | 6,7 | | 0,9 | | 1,3 | | 9 | |
| Примечание – Курсивом выделены ситуации, когда расчетная скорость вентиляции ниже, чем 4 л/с на человека, необходимых для здоровья | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

**Таблица C.3 - Адаптированные люди. Примеры рекомендуемых норм вентиляции для зданий нежилого назначения с плотностью людей по умолчанию для трех категорий загрязнения от самого здания**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Тип здания или помещения** | | **Категория** | | **Площадь пола м2/чел** | | *q*p | | | | *q*B | | *q*tot | | | | *q*B | | *q*tot | | | | *q*B | | *q*tot | | |
| ***Адаптированный q*p *в* соответствии с**  **Таблицей B** | | | |
| л/с, м2 | | л/с, чел. | | л/с,м2 | | л/с,м2 | | л/с, чел. | | л/с,м2 | | л/с,м2 | | л/с, чел. | | л/с,м2 | | л/с,м2 | | л/с, чел. |
| **Для заполнения** | |  | | **Для зданий с очень низким уровнем загрязнения** | | | | | | **Для зданий с низким уровнем загрязнения** | | | | | | **Для зданий с низким уровнем загрязнения** | | | | |
| Конференц-зал | | I | | 2 | | 1,75 | | 3,5 | | 0,5 | | 2,25 | | 4,5 | | 1 | | 2,75 | | 5,5 | | 2 | | 3,75 | | 7,5 |
| II | | 2 | | 1,25 | | 2,5 | | 0,35 | | *1,60* | | *(3,2)4* | | 0,7 | | *1,95* | | *(3,9)4* | | 1,4 | | 2,65 | | 5,3 |
| III | | 2 | | 0,75 | | 1,5 | | 0,3 | | *1,05* | | *(2,1)4* | | 0,4 | | *1,15* | | *(2,3)4* | | 0,8 | | *1,55* | | *(3,1)4* |
| IV | | 2 | | 0,50 | | 1 | | 0,25 | | *0,75* | | *(1,5)4* | | 0,3 | | *0,80* | | *(1,6)4* | | 0,6 | | *1,10* | | *(2,2)4* |
| Аудитория | I | | 0,75 | | 4,67 | | 3,5 | | 0,5 | | *5,17* | | *(3,9)4* | | 1 | | 5,67 | | 4,3 | | 2 | | 6,67 | | 5,0 | |
| II | | 0,75 | | 3,33 | | 2,5 | | 0,35 | | *3,68* | | *(2,8)4* | | 0,7 | | *4,03* | | *(3,0)4* | | 1,4 | | *4,73* | | *(3,6)4* | |
| III | | 0,75 | | 2,00 | | 1,5 | | 0,3 | | *2,30* | | *(1,7)4* | | 0,4 | | *2,40* | | *(1,8)4* | | 0,8 | | *2,80* | | *(2,1)4* | |
| IV | | 0,75 | | 1,33 | | 1 | | 0,25 | | *1,58* | | *(1,2)4* | | 0,3 | | *1,63* | | *(1,2)4* | | 0,6 | | *1,93* | | *(1,5)4* | |
| Классная комната | I | | 2 | | 1,75 | | 3,5 | | 0,5 | | 2,25 | | 4,5 | | 1 | | 2,75 | | 5,5 | | 2 | | 3,75 | | 7,5 | |
| II | | 2 | | 1,25 | | 2,5 | | 0,35 | | *1,60* | | *(3,2)4* | | 0,7 | | *1,95* | | *(3,9)4* | | 1,4 | | 2,65 | | 5,3 | |
| III | | 2 | | 0,75 | | 1,5 | | 0,3 | | *1,05* | | *(2,1)4* | | 0,4 | | *1,15* | | *(2,3)4* | | 0,8 | | *1,55* | | *(3,1)4* | |
| IV | | 2 | | 0,50 | | 1 | | 0,25 | | *0,75* | | *(1,5)4* | | 0,3 | | *0,80* | | *(1,6)4* | | 0,6 | | *1,10* | | *(2,2)4* | |
| Примечание – Значения, выделенные курсивом, указывают на ситуации, когда рассчитанная скорость вентиляции ниже минимального значения 4 л/с на человека, необходимого для здоровья. Значения выражены на м2 площади пола, даже если излучающими поверхностями могут быть пол, стены и т.д. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

По [таблицам C.2](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark49) и [CJ3](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark50) можно рассчитать, в качестве примера, значения для классной комнаты площадью 50 м2. Предполагая площадь пола 2 м2 на человека, можно найти количество человек в комнате: 25.

Расход воздуха, относящийся к компоненту здания, для рассматриваемого помещения, *q*B, приведен в [таблице C.4](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark51). Они не изменяются в зависимости от адаптации человека.

**Таблица C.4 - Строительная составляющая расхода вентиляционного воздуха для различных типов и категорий зданий**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *q*B (всего для класса площадью 50 м2) | | | | | |
| Здания с очень низким уровнем загрязнения | | Здания с низким уровнем загрязнения | | Здания не с низким уровнем загрязнения | |
| Категории | л/с | м /ч3 | л/с | м /ч3 | л/с | м /ч3 |
| I | 25 | 90 | 50 | 180 | 100 | 360 |
| II | 17,5 | 63 | 35 | 126 | 70 | 252 |
| III | 10 | 36 | 20 | 72 | 40 | 144 |
| IV | 7,5 | 27 | 15 | 54 | 30 | 108 |

Затем расчет заключается в нахождении *q*p, сначала для неадаптированных лиц, а затем для адаптированных. Результаты приведены в [таблице C.5](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark52).

**Таблица C.5 - Компонент расхода вентиляционного воздуха для адаптированных и неадаптированных лиц и различных категорий зданий**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *q*p (всего на 25 человек) | | | |
| Неадаптированные | | Адаптированный | |
| **Категории** | л/с | м3/ч | л/с | м3/ч |
| I | 250 | 900 | 87,5 | 315 |
| II | 175 | 630 | 62,5 | 225 |
| III | 100 | 360 | 37,5 | 135 |
| IV | 62,5 | 225 | 25 | 90 |

После этого воздушный поток для людей должен быть суммирован с воздушным потоком для поверхности здания. Результаты приведены в качестве примера в [таблице C.6](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark53) для случая «Здания с низким уровнем загрязнения».

**Таблица C.6 - Общий расход вентиляционного воздуха для случая Здания с низким уровнем загрязнения и различных категорий**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | *q*tot (*q*p+*q*B для всех учащихся и поверхности класса) | | | |  |  |
|  | *q*B | Неадаптированные | | | Адаптированный | | |
| **Категории** | м3/ч | *q*p  м3/ч | *q*tot  м3/ч | л/с на человека | *q*p м3/ч | *q*tot  м3/ч | л/с на человека |
| I | 180 | 900 | 1080 | 12 | 315 | 495 | 5,5 |
| II | 126 | 630 | 756 | 8,4 | 225 | 351 | 3,9\* |
| III | 72 | 360 | 432 | 4,8 | 135 | 207 | 2,3\* |
| IV | 54 | 225 | 279 | 3,1\* | 90 | 144 | 1,6\* |
| \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  \* ниже минимального значения 4 л/с на человека, поэтому их необходимо увеличить, чтобы гарантировать 4 л/с на человека | | | | | | | |

Значения в [таблице C.2](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark49) могут быть пересчитаны в соответствующие значения CO2 в помещении. Это полезно для систем вентиляции с контролем CO2. Пересчитанные значения приведены в [таблице C.7](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark54).

**Таблица C.7 - Пример эквивалентного повышения уровня CO2 в помещении над наружным воздухом для суммарной скорости вентиляции, указанной в** [**таблице C.2.**](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark49)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Тип здания или помещения** | **Категория** | **Заполняемость** | ∆CO2 (ч/млн) | | | |
| человек/м2 | Очень низкий уровень загрязнения окружающей среды | С низким уровнем загрязнения | Не является низкозагрязняющим | |
| Отдельный офис | I | 0,1 | 370 | 278 | 185 | |
| II | 0,1 | 529 | 397 | 265 | |
| III | 0,1 | 926 | 694 | 463 | |
| IV | 0,1 | 1 389 | 1 010 | 654 | |
| Офис с ландшафтным дизайном | I | 0,07 | 317 | 222 | 139 | |
| II | 0,07 | 454 | 317 | 198 | |
| III | 0,07 | 741 | 556 | 347 | |
| IV | 0,07 | 1 235 | 794 | 483 | |
| Конференц-зал | I | 0,5 | 505 | 463 | 397 | |
| II | 0,5 | 722 | 661 | 567 | |
| III | 0,5 | 1 263 | 1 157 | 992 | |
| IV | 0,5 | 1 462 | 1 389 | 1 502 | |
| Аудитория | I | 1,33 | 535 | 517 | 483 | |
| II | 1,33 | 765 | 738 | 690 | |
| III | 1,33 | 1 347 | 1 300 | 1 208 | |
| IV | 1,33 | 1 576 | 1 398 | 1 576 | |
| Ресторан | I | 0,67 | 517 | 483 | 427 | |
| II | 0,67 | 738 | 690 | 611 | |
| III | 0,67 | 1 277 | 1 195 | 1 068 | |
| IV | 0,67 | 1 543 | 1 372 | 1 543 | |
| Классная комната | I | 0,5 | 505 | 463 | 397 | |
| II | 0,5 | 722 | 661 | 567 | |
| III | 0,5 | 1 263 | 1 157 | 992 | |
| IV | 0,5 | 1 543 | *1 389* | 1 502 | |
| Детский сад | I | 0,5 | 588 | 539 | 462 |
|  | II | 0,5 | 841 | 771 | 660 |
|  | III | 0,5 | 1 471 | 1 348 | 1 156 |
|  | IV | 0,5 | 1 798 | 1 618 | 1 749 |
| Универмаг | I | 0,14 | 435 | 308 | 238 |
|  | II | 0,14 | 621 | 440 | 341 |
|  | III | 0,14 | 1 087 | 770 | 596 |
|  | IV | 0,14 | 1 606 | 1 103 | 840 |
| Примечение – В данной таблице значение выбросов CO2 составляет 20 л/ч на человека для сидячего образа жизни, 23,3 л/ч на человека для детского сада и (26,6 л/ч на человека для универмага). Значения, выделенные курсивом, указывают на ситуации, когда расчетная скорость вентиляции ниже минимально необходимой 4 л/с на человека | | | | | |

**C.1.3 Метод 2: Метод с использованием предельных значений концентрации вещества**

Если вентиляция управляется автоматически (DCV), максимальная расчетная скорость вентиляции должна соответствовать расчетной максимальной концентрации загрязняющего вещества. Скорость вентиляции может варьироваться между указанными максимальной и минимальной скоростями вентиляции, однако во время пребывания людей в помещении должна обеспечиваться, по крайней мере, указанная минимальная скорость вентиляции.

**Таблица C.8 - Расчетные концентрации CO2 по умолчанию выше концентрации вне помещений, предполагая стандартный выброс CO2 20 л/(ч/чел).**

|  |  |
| --- | --- |
| **Категория** | **Соответствующая концентрация CO2 выше наружного воздуха в PPM для неадаптированных людей** |
| I | 550 (10) |
| II | 800 (7) |
| III | 1 350 (4) |
| IV | 1 350 (4) |
| Примечание – Приведенные выше значения соответствуют равновесной концентрации, когда расход воздуха составляет 10, 7 и 4 л/с на человека для кат. I, II и III, IV, соответственно, и выброс CO2 составляет 20 л/ч на человека | |

Средняя концентрация снаружи по умолчанию может быть принята равной 400 ч/млн (от 350 ч/млн до 500 ч/млн).

**C.1.4 Метод 3: Метод, основанный на заранее определенных расходах вентиляционного потока**

Необходимая общая вентиляция здесь выражается в л/с на человека или л/с на м2. Норма на человека включает вклад здания, а норма на м2 - вклад людей.

**C.2 Расчетные расходы воздуха на вентиляцию по умолчанию для жилых зданий**

Как приведено в ISO 17772-1:2017 (I.2) для определения норм приточной и вытяжной вентиляции могут использоваться различные методы. Они существуют потому, что на международном уровне в разных странах действуют разные нормы и стандарты. Поэтому проектировщики могут выбрать метод, наиболее подходящий для любого контекста.

ISO 17772-1 предполагает полное перемешивание в помещении (т.е. концентрация загрязняющих веществ одинакова в вытяжке и в занимаемой зоне).

В ISO 17772-1:2017 (таблица I.6), три процедуры, основанные на расчетных расходах приточного воздуха, а в ISO 17772-1:2017 (таблицы I.8 и I.9), две процедуры, основанные на расходах вытяжного воздуха. Они должны использоваться как альтернатива друг другу. Результат, полученный с помощью одного метода, не должен добавляться к любому другому результату, полученному с помощью другой процедуры.

Согласно всем методикам, проектирование вентиляции жилых помещений требует, чтобы все основные помещения были обеспечены приточными устройствами. Исключение спален из притока воздуха не должно быть возможным.

Во время использования влажных помещений или кухонных вытяжек может наблюдаться некоторый период повышенного расхода воздуха (форсирование) из-за пиков загрязнения (например, скорость вентиляции увеличивается на полчаса).

Параметры шума и риска сквозняка должны соблюдаться, так как очень часто пользователи отключают или изменяют вентиляционные устройства, что вызывает дискомфорт (например, слишком много свежего воздуха ночью, устройства слишком шумные).

Скорость вентиляции может достигаться с помощью различных систем вентиляции: механической, естественной или гибридной (сочетающей механические и естественные принципы).

Механическая вентиляция

Механические системы вентиляции жилых помещений в основном состоят из автономного оборудования с элементарными воздуховодами, если это необходимо. Существует широкий спектр устройств и соответствующих стандартов EN, охватывающих характеристики, оценку производительности и классификацию систем вентиляции жилых помещений (EN 13142 и EN 13141-1 - EN 13141-11). Краткое описание приведено ниже.

a) Системы механической вытяжной вентиляции

Свежий воздух поступает в основные помещения через соответствующие приточные устройства, проходит через двери или другие отверстия в направлении влажных помещений, а затем удаляется одним или несколькими вентиляторами. Приточные и вытяжные устройства могут быть оснащены регуляторами расхода воздуха, например, саморегулирующимися, для поддержания постоянного расхода воздуха, или основанными на влажности, концентрации CO2, присутствии, для регулировки расхода воздуха в соответствии с эффективным требованием (DCV). Приточные устройства обычно располагаются в наружных стенах или на окнах; воздуховоды ограничены для соединения вытяжных устройств с вентилятором(ами) и от вентилятора(ов) наружу (вытяжка).

b) Механические системы приточной вентиляции

Свежий воздух подается одним или несколькими вентиляторами в основные помещения с постоянным или переменным (DCV) расходом через соответствующую сеть воздуховодов и приточных устройств, проходит через двери или другие проемы к влажным помещениям и затем удаляется, возможно, одним или несколькими вентиляторами. В этом последнем случае вентиляторы могут работать по различному графику: по запросу (с задержкой отключения после использования или без нее), вручную или автоматически. Приточные и вытяжные устройства могут быть такими же, как в случае а). Они не распространены, поскольку вытяжные системы более распространены в Европе. Их использование должно быть тщательно проанализировано, поскольку, как и в случае с вытяжными системами, должен быть обеспечен хороший отвод загрязнений из влажных помещений.

c) Механические сбалансированные системы вентиляции

В этих системах приточные и вытяжные потоки воздуха поступают в основные помещения, передаются во влажные помещения через дверные проходы или специальные устройства и удаляются из этих влажных помещений. Это достигается с помощью соответствующих сетей воздуховодов и приточных или вытяжных устройств с помощью отдельных вентиляторов. Обычно рекуперация энергии из вытяжного воздуха осуществляется с помощью теплообменника или теплового насоса. Могут использоваться различные стратегии регулирования воздушного потока (DCV и/или форсированный воздушный поток).

d) Механические непроводящие агрегаты для однокомнатных систем

Воздушный поток подается в каждое основное помещение с помощью специального устройства, оснащенного вентилятором. Некоторые типы оснащены также вытяжным вентилятором и рекуперационным теплообменником. Воздух из влажных помещений удаляется специальными вентиляторами, которые могут работать по разным графикам в соответствии с национальными правилами или проектными целями: по запросу (с задержкой отключения после использования или без нее), вручную или автоматически.

Во всех случаях, когда используются многоскоростные вытяжные устройства, пиковое значение должно работать, когда это необходимо (т.е. во время образования загрязнения, вызванного использованием помещения, как время приготовления пищи на кухне и т.д.) и в течение соответствующего времени после использования, чтобы позволить должным образом снизить концентрацию загрязнения. Например, недостаточно проветривать ванную комнату во время принятия ванны, необходим контроль времени или контроль влажности, чтобы продолжать вентиляцию столько, сколько необходимо после использования помещения.

Естественная вентиляция

Системы естественной вентиляции жилых помещений используют эффект стека и давление ветра для движения вентиляционного потока воздуха через здание. Типичными приточными компонентами являются фасадные решетки, оконные решетки, вентиляционные клапаны мансардных окон и воздухозаборники. Типичные вытяжные компоненты включают вытяжные воздуховоды. Система, как правило, предназначена для притока воздуха в гостиные и спальни, а также для вытяжки воздуха из кухонь, туалетов и ванных комнат. Работа системы вентиляции может быть основана на постоянно открытых вентиляционных отверстиях, что обеспечивает приемлемое качество воздуха в помещении на еженедельном, ежемесячном и ежегодном уровне. Работа также может быть автоматизирована на основе датчиков, например, влажности или CO2.

Проветривание

Поскольку проветривание - это смена воздуха путем ручного открывания окон или других отверстий, следует отметить, что его нельзя считать системой вентиляции.

**C.2.1 Расчетные расходы приточного воздуха**

Следующие примеры основаны на ISO 17772-1:2017 (таблица I.6), согласно которой, можно выбрать три различных варианта дизайна:

- критерии, основанные на смене воздуха в час;

- критерии, основанные на расходе приточного воздуха на одного человека;

- расход приточного воздуха на основе воспринимаемого IAQ для адаптированных людей. Далее описаны три критерия.

1) Критерии, основанные на смене воздуха в час

Согласно настоящему методу, расход приточного воздуха, в м3/ч, рассчитывается как произведение общего объема жилища (или помещения) и коэффициента по ISO 17772-1:2017 (таблица I.6), выраженного в h-1 для различных внутренних высот, чтобы учесть разный объем помещений.

**Таблица C.9 - Примеры эквивалентных значений скорости изменения воздуха для различных высот помещения**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Внутренняя высота** | **2,5 м** | **2,7 м** | **3 м** |
| Соответствующие значения ACH | 0,5 h-1 | 0,47 h-1 | 0,41 h-1 |
| 0,6 h-1 | 0,56 h-1 | 0,5 h-1 |
| 0,7 h-1 | 0,65 h-1 | 0,58 h-1 |

2) Критерии, основанные на расходе приточного воздуха на человека

Согласно настоящему методу, расход приточного воздуха в л/с рассчитывается как произведение расчетного количества человек в жилище (или в помещении) и коэффициента по ISO 17772-1:2017 (таблица I.6), выраженного в л/с на человека.

Результаты, полученные с помощью этого метода, не зависят от внутренней высоты.

3) Критерии, основанные на расходе приточного воздуха с учетом воспринимаемого качества воздуха для адаптированных людей

ISO 17772-1 вводит понятие биномиального расчета аналогично случаю вентиляции нежилых помещений: часть приточного воздуха предназначена для компенсации выбросов от людей, а часть - от компонентов здания. ISO 17772-1:2017, формула (1) применяется с разницей: Ar - общая площадь основного помещения жилого дома.

Таким образом, при использовании настоящего метода общий воздушный поток для всего жилища рассчитывается в соответствии с ISO 17772-1:2017 (таблица I.6), где соответствующие значения *q*p и *q*B приведены в колонке (3).

Метод учитывает, что лица должны быть рассмотрены один раз. Результаты, полученные с помощью этого метода, не зависят от внутренней высоты. Примеры расчета расхода воздуха

Далее представлены некоторые примеры применения трех методик для различных размеров жилья. Следует отметить, что все примеры предлагают только одно из нескольких возможных решений. Примеры касаются только случая постоянного расхода воздуха.

Примеры 1, 2 и 3 показывают принцип проектирования различных систем вентиляции соответственно для:

- жилище с одной спальней;

- жилище с двумя спальнями;

- жилище с тремя спальнями.

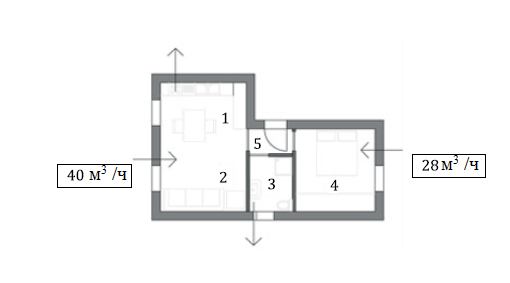
Воздушный поток для каждого помещения приписывается проектировщиком.

Все основные помещения должны быть оборудованы приточными устройствами. Вытяжка происходит из кухни, ванных комнат и туалетов: все они должны быть оборудованы вытяжными устройствами.

Размеры системы касаются ее максимальной производительности. Во время работы расход воздуха может быть разным (например, когда люди находятся на улице, расход воздуха может быть уменьшен).

**Пример 1) Пример проекта жилища с одной спальней**

Следующий пример относится к небольшому жилому помещению с одной спальней ([рис. C.1](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark57)). Стрелками показано, в каких помещениях происходит приток и вытяжка. Рядом со стрелками предлагается пример определения размеров на основе расчета, разработанного ниже в соответствии с категорией II, метод ACH.



**Рисунок C.1 – План жилища**

Характеристики рассматриваемого жилища приведены в [таблице C.10](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark58).

**Таблица C.10 - Размеры жилища с одной спальней**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Номер** | | **Название** | | **Поверхность (м)2** | | **Объем (м3) (внутренняя высота: 2,5 м)** | | **Пример определения размеров для расчета ACH, категория II** | |
| 1 | | Кухня | | 8,6 | | 21,5 | | Вытяжка | |
| 2 | | Гостиная | | 15,4 | | 38,5 | | Поставка: 40 м /ч3 | |
| 3 | | Ванная комната | | 5,4 | | 13,5 | | Вытяжка | |
| 4 | Спальня | | 16 | | 40 | | Поставка: 27 м /ч3 | |
| 5 | Коридор | | 2,3 | | 5,75 | | Перемещение | |
| Всего | | | 47,7 | | 119,25 | |  | |

В следующих параграфах примеры расчета объясняются шаг за шагом. Расчет расхода приточного воздуха на основе смены воздуха в час.

Столбец (1) ISO 17772-1:2017 (таблица I.6) является ссылкой для этого расчета. Общий объем жилища необходимо умножить на соответствующее значение ACH для каждой категории, как приведено в [таблице C.11](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark59). После определения расхода воздуха можно рассчитать соответствующее количество л/с на одного человека, находящегося в жилище.

**Таблица C.11 - Расчет расхода воздуха для жилища с одной спальней на основе ach**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Категории** | **ACH** | **Общий расход**  **м3/ч** | **Соответствующее количество л/с на человека** | |
| **(1 человек)** | **(2 человека)** |
| I | 0,7 | 77,51 | 23,25 | 11,65 |
| II | 0,6 | 66,78 | 20 | 10,00 |
| III | 0,5 | 56,05 | 16,81 | 8,40 |
| IV | 0,4 | 47,7 | 14,30 | 7,15 |

В качестве примера показана полная процедура расчета для категории II.

Чтобы определить расход приточного воздуха, объем жилого помещения, который составляет 119,25 м3, необходимо умножить на значение воздухообмена по ISO 17772-1:2017 (таблица I.6), для категории II, которое составляет 0,6: в результате получается 67 м/ч.3

Это значение представляет собой эталонный общий объем воздушного потока, который должен подаваться частично в гостиную и частично в спальню. Существует несколько возможностей разделить объем рассчитанного вентиляционного потока между двумя основными помещениями (гостиной и спальней); критерии подачи выбираются проектировщиком в зависимости от различных причин, например, от размеров жилища, системы вентиляции (централизованная или децентрализованная, вытяжная, приточная или сбалансированная) и управления воздушным потоком (постоянный поток или DCV).

В данном случае интересно отметить, что 66,78 м3/ч само по себе является относительно низким значением, и рынок не предлагает много возможных размеров приточных и вытяжных устройств, которые можно комбинировать для достижения требуемого расхода (можно допустить некоторое приближение).

Расчет расхода приточного воздуха на основе расхода воздуха на одного человека

Столбец (2) таблицы I.6 ISO 17772-1:2017 является справочной для данного расчета. Для определения расхода приточного воздуха расчетное количество человек необходимо умножить на соответствующее значение л/с/человека для каждой категории, как показано в [таблице C.12](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark60). После определения расхода воздуха можно рассчитать соответствующие значения в м3/ч или ACH.

**Таблица C.12 - Расчет расхода воздуха для жилища с одной спальней из расчета л/с/человека**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Категории** | **1 человек** | | | **2 человека** | | |
| л/с | **Соответствующие значения** | | л/с | **Соответствующие значения** | |
| м3/ч | ach | м3/ч | ach |
| I | 10 | 36 | 0,30 | 20 | 72 | 0,60 |
| II | 7 | 25,2 | 0,21 | 14 | 50,4 | 0,42 |
| III | 4 | 14,4 | 0,12 | 8 | 28,8 | 0,24 |

В качестве примера приводится полная процедура расчета для категории II.

Количество человек в жилище, в данном случае два, необходимо умножить на соответствующее значение л/чел. категории II, которое составляет 7 л/с: в результате получается 14 л/с, что соответствует 50,4 м3/ч. Результат, выраженный в м3/ч, полезен для выбора размера компонентов, которые в коммерческих каталогах обычно обозначаются м3/ч. Для дальнейшей оценки можно также рассчитать соответствующую смену воздуха в час, разделив общий расход воздуха, выраженный в м3/ч, на объем жилища, что означает: 50,4 м3/ч разделить на 119,25 м3, то есть 0,42 ACH.

Расчет расхода приточного воздуха на основе воспринимаемого IAQ для адаптированных людей

Колонка (3) таблицы I.6 стандарта ISO 17772-1:2017 является справочной для данного расчета, который должен быть выполнен в три этапа. Во-первых, расчетное количество человек необходимо умножить на соответствующее значение л/с/чел; во-вторых, площадь основных помещений необходимо умножить на соответствующее значение л/с/м2 и, наконец, два полученных значения необходимо суммировать для каждой категории, как показано в [таблице C.13](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark61). После определения общего расхода воздуха можно рассчитать соответствующие значения в м3/ч или ACH.

**Таблица C.13 - Расчет расхода воздуха для жилища с одной спальней из расчета л/с/чел.**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Категории** | **1 человек** | | | **2 человека** | | |
| л/с | **Соответствующие значения** | | л/с | **Соответствующие значения** | |
| м /ч3 | ach | м /ч3 | ach |
| I | 11,35 | 40,86 | 0,34 | 7,42 | 53,46 | 0,45 |
| II | 7,21 | 25,95 | 0,22 | 4,85 | 34,96 | 0,29 |
| III | 4,64 | 16,70 | 0,14 | 3,07 *(4)* | 22,10 *(28,8)* | 0,19 *(0,22)* |

В качестве примера приводится полная процедура расчета для категории II.

Первый шаг - умножить количество человек в жилище, в данном случае два, на соответствующее значение л/чел. для категории II, которое составляет 2,5 л/с: в результате получается 5 л/с, что соответствует 18 м3/ч.

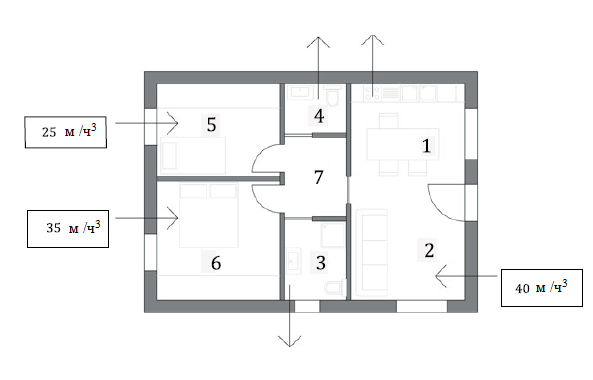
Затем общую площадь основных помещений, 31,4 м2 в данном случае, необходимо умножить на соответствующее значение л/с/м2 категории II, которое составляет 0,15 л/с: в результате получается 4,71 л/с, что соответствует 16,96 м3/ч.

Третий шаг заключается в суммировании двух предыдущих результатов (5 л/с + 4,71 л/с) для получения общего расхода приточного воздуха, который составляет 9,71 л/с, что соответствует 34,96 м3/ч.

Для дальнейшей оценки можно также рассчитать соответствующую смену воздуха в час, разделив общий расход воздуха, выраженный в м3/ч, на объем жилища, что означает: 34,96 м3/ч разделить на 119,25 м3, то есть 0,29 ACH.

**Пример 2) Пример проекта жилища с двумя спальнями**

Следующий пример относится к среднему жилому помещению с двумя спальнями ([рис. C.2](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark62)). Стрелки показывают, в каких помещениях происходит приток и вытяжка. Рядом со стрелками предлагается пример определения размеров на основе расчета, разработанного ниже, в соответствии с категорией II, методом ACH и для 3 человек.



**Рисунок C.2. План жилища**

Характеристики рассматриваемого жилища приведены в [таблице C.14](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark63).

**Таблица C.14 - Размеры жилища с двумя спальнями**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Номер** | **Название** | **Поверхность**  **(м2)** | **Объем**  **(м3)**  **(внутренняя высота: 2,5 м)** | **Пример определения размеров для расчета ACH,**  **категория II.** |
| 1 | Кухня | 11,2 | 28 | Вытяжка |
| 2 | Гостиная | 14,8 | 37 | Поставка: 40 м3/ч |
| 3 | Ванная комната | 5 | 12,5 | Вытяжка |
| 4 | Туалет | 3,20 | 8 | Вытяжка |
| 5 | Спальня 1 | 12 | 30 | Поставка: 25 м3/ч |
| 6 | Спальня 2 | 16 | 40 | Поставка: 35 м3/ч |
| 7 | Коридор | 5,2 | 13 | Перемещение |
| Всего | | 67,4 | 168,5 |  |

В настоящем примере расчет производится только с учетом метода ACH для всех категорий. Для применения двух других методик проектировщик может обратиться к тем же процедурам, которые описаны в примере 1.

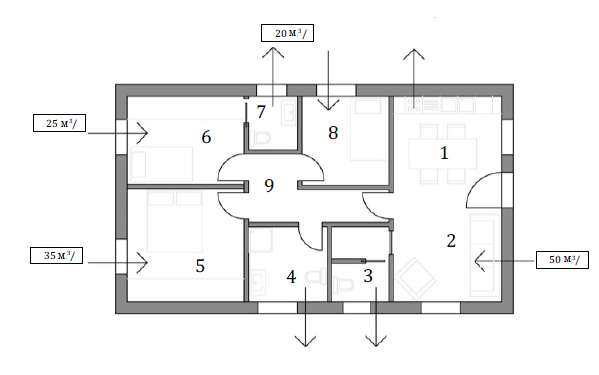
Столбец 1 ISO 17772-1:2017 (таблица I.6) является ссылкой для этого расчета, а полученные результаты показаны в [таблице C.15.](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark64)

**Таблица C.15 - Расчет расхода воздуха для жилища с двумя спальнями на основе ACH**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Категории** | **ACH** | **Общий расход**  **м3/ч** | **Общий расход**  **л/с** | **Соответствующее количество л/с на человека** | |
| (2 человека) | (3 человека) |
| I | 0,7 | 117,95 | 32,76 | 16,38 | 10,92 |
| II | 0,6 | 101,1 | 28,08 | 14,04 | 9,36 |
| III | 0,5 | 84,25 | 23,40 | 11,70 | 7,80 |
| IV | 0,4 | 67,4 | 18,72 | 9,36 | 6,24 |

Пример 3) Пример проекта жилища с тремя спальнями

Следующий пример относится к большому жилому дому с тремя спальнями ([рис. C.3](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark65)). Стрелками показано, в каких помещениях происходит приток и вытяжка. Рядом со стрелками предлагается пример определения размеров на основе расчета, разработанного ниже, в соответствии с категорией II, методом ACH и 5 человек.



**Рисунок C.3 - План жилища**

Характеристики рассматриваемого жилища приведены в [таблице C.16](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark66).

**Таблица C.16 - Размеры жилища с тремя спальнями**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Номер** | **Название** | **Поверхность (м2)** | **Объем (м3) (внутренняя высота: 2,5 м)** | **Пример определения размеров для расчета ACH, категория II** |
| 1 | Кухня | 11,2 | 28 | Вытяжка |
| 2 | Гостиная | 14,8 | 37 | Поставка: 50 м3/ч |
| 3 | Туалет 1 | 4,50 | 11,25 | Вытяжка |
| 4 | Ванная комната | 6,70 | 16,75 | Вытяжка |
| 5 | Спальня 1 | 16 | 40 | Поставка: 35 м3/ч |
| 6 | Спальня 2 | 12 | 30 | Поставка: 25 м3/ч |

*Продолжение таблицы С.16*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Номер** | **Название** | **Поверхность (м2)** | **Объем (м3) (внутренняя высота: 2,5 м)** | **Пример определения размеров для расчета ACH, категория II** |
| 7 | Туалет 2 | 3 | 7,5 | Вытяжка |
| 8 | Спальня 3 | 9 | 22,5 | Поставка: 20 м3/ч |
| 9 | Коридор | 7,50 | 18,75 | Перемещение |
| Всего | | 84,7 | 211,75 |  |

В настоящем примере расчет производится только с учетом метода ACH для всех категорий. Для применения двух других методик проектировщик может обратиться к тем же процедурам, которые описаны в примере 1.

Столбец 1 ISO 17772-1:2017 (таблица I.6) является ссылкой для этого расчета, а полученные результаты показаны в [таблице C.17.](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark67)

**Таблица C.17 - Расчет расхода воздуха для жилища с тремя спальнями на основе ACH**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Категории** | **ACH** | **Общий расход,**  **м3/ч** | **Соответствующее количество л/с на человека** | | |
| (3 человека) | (4 человека) | (5 человек) |
| I | 0,7 | 148,23 | 13,72 | 10,29 | 8,23 |
| II | 0,6 | 127,05 | 11,76 | 8,82 | 7,06 |
| III | 0,5 | 105,88 | 9,80 | 7,35 | 5,88 |
| IV | 0,4 | 84,70 | 7,84 | 5,88 | 4,71 |

**C.2.2 Проектирование расхода вытяжного воздуха**

Настоящий метод заключается в определении расхода вытяжного воздуха, который определяет максимальную производительность системы. Затем определяют размеры приточных устройств, чтобы сбалансировать систему. Согласно ISO 17772-1:2017 (таблица I.8), первый шаг заключается в определении количества основных комнат в жилом помещении. На следующем этапе рассчитывается общий расход вытяжного воздуха.

В следующих примерах рассматривается тот же размер жилища, как [C.2.1.](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark56)

Пример 1: Жилище с одной спальней

В примере 1 рассматривается жилище с одной спальней. Его план представлен на [рисунке C.4](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark69), а размерные характеристики сведены в [таблицу C.18](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark68).

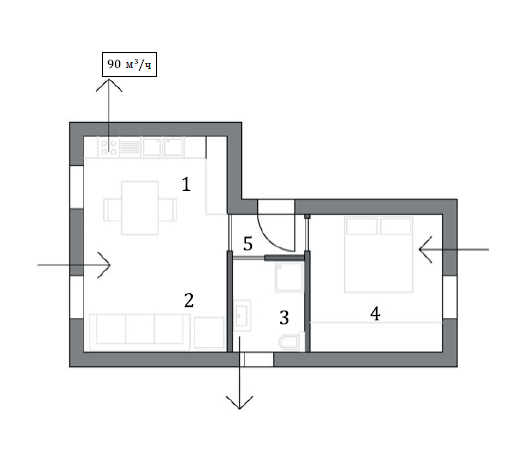
В настоящем примере имеются две основные комнаты: гостиная и спальня. Согласно ISO 17772-1:2017 (таблица I.8), при наличии двух основных помещений расход вытяжного воздуха составляет соответственно: 25 л/с для кухни и 10 л/с для всех остальных влажных помещений. Таким образом, в данном примере расход вытяжного воздуха составляет, соответственно, 25 л/с для кухни и 10 л/с для единственной ванной комнаты, как приведено в [таблице C.18](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark68).

Поскольку в настоящем примере в качестве эталона выбрана категория II, рассчитанные выше значения расхода воздуха должны быть умножены в соответствии с коэффициентом ISO 17772-1:2017 (таблица I.9), который равен 1. Предыдущие результаты не меняются.

**Таблица C.18 - Расчет расхода вытяжного воздуха для жилища с одной спальней**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ПРИМЕР 1  номер основных комнат в жилище:  - одна спальня  - одна гостиная | Проектные расходы вытяжного воздуха в л/с | | | | |
| Кухня | Ванная комната или душ с туалетом или без него | Другая влажная комната | Туалеты | |
| Один в жилище | Много (2 и более в жилище) |
| 2 | 25  (90 м3/ч) | 10  (36 м3/ч) | Не присутствует | Не присутствует | Не присутствует |

Для данного жилища максимальная производительность системы (уровень форсирования) составляет 35 л/с, что соответствует 126 м3/час. Такое же значение расхода воздуха используется для определения размеров приточной сети. На [рисунке C.4](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark69) показано, как происходит вытяжка в небольшом жилище с двумя основными комнатами.



**Рисунок C.4 – План жилища**

Пример 2: Жилище с двумя спальнями

В примере 2 рассматривается жилище с двумя спальнями. Его план представлен на [рисунке С.2](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark62), а размеры сведены в [таблицу С.14](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark63). Расчеты выполнены с учетом категории II. Они сведены в [таблицу C.19](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark70). Для того чтобы найти расчет пошагово, обратимся к примеру 1).

**Таблица C.19 - Расчет расхода вытяжного воздуха для жилища с двумя спальнями**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ПРИМЕР 2  номер основных комнат в жилище:  - две спальни  - одна гостиная | Проектный расход вытяжного воздуха в л/с | | | | |
| Кухня | Ванная комната или душ с туалетом или без него | Другая влажная комната | Туалеты | |
| Одина в жилище | Много (2 и более в жилище) |
| 3 | 30 | 15 Не присутствует | | Не присутствует | Не присутствует |

Для данного жилища максимальная производительность системы (уровень форсирования) составляет 45 л/с, что соответствует 162 м3/ч.

Пример 3: жилище с тремя спальнями

В примере 3 рассматривается жилище с тремя спальнями. Его план представлен на [рисунке C.3](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark65), а размерные характеристики сведены в [таблицу C.16](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark66). Расчеты выполнены с учетом категории II и сведены в [таблицу C.20](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark71). Для того чтобы найти расчет пошагово, обратитесь к примеру 1).

**Таблица C.20 - Расчет расхода вытяжного воздуха для жилища с тремя спальнями**

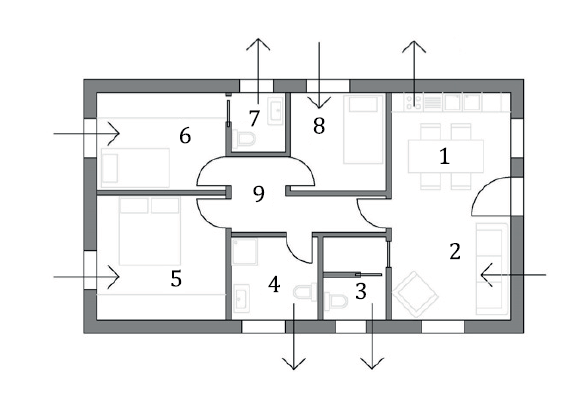
|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ПРИМЕР 3  номер основных комнат в жилище:  - три спальни  - одна гостиная | Проектный расход вытяжного воздуха в л/с | | | | |
| Кухня | Ванная комната или душ с туалетом или без него | Другая влажная комната | Туалеты | |
| Один в жилище | Много (2 и более в жилище) |
| 3 | 35 | 15 | 10 10 | | Не присутствует |

Для данного жилища максимальная производительность системы (уровень форсирования) составляет 70 л/с, что соответствует 252 м3/ч.

**C.2.3 Проектирование площади проемов для естественной вентиляции**

Настоящий метод в основном используется в системах, основанных на пассивных решетках и вытяжных воздуховодах. Впускные решетки обычно располагаются в каждой спальне и гостиной, а вытяжные воздуховоды - в ванных комнатах и на кухне.

[На рисунке C.5](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark72) ([таблица C.16](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-1%20ru.docx#bookmark66)) показан принцип проектирования системы естественной вентиляции, основанной на вытяжных каналах и приточных решетках или аналогичных отверстиях. Вытяжные воздуховоды из кухни и ванных комнат должны заканчиваться на коньке крыши, так как в этом месте крыши будет происходить всасывание (под давлением) независимо от направления ветра. Пример основан на площади приточной решетки 60 см2 или 25 м2 площади пола, и 100 см2 площади вытяжного канала.



**Рисунок C.5 – План жилища**

**C.3 Рекомендуемые критерии для определения размеров систем увлажнения и осушения**

В местах, где критерии влажности задаются пребыванием людей, если используется увлажнение или осушение, значения, приведенные в таблице ISO 17772-1:2017, рекомендуются в качестве расчетных значений при расчетных условиях. Увлажнение или осушение требуется только в специальных зданиях (например, музеи, некоторые медицинские учреждения, управление технологическими процессами, бумажная промышленность и т.д.).

**C.4 Рекомендуемая вентиляция в незанятое время**

В незанятые периоды можно уменьшить скорость вентиляции, а также полностью остановить систему вентиляции. Чтобы избежать неприемлемого качества воздуха при повторном заполнении, необходимо включить постоянную основную или усиленную вентиляцию до заполнения.

**Приложение D**

*(информационное)*

**Пример определения зданий с низким и очень низким уровнем загрязнения окружающей среды**

Многие продукты для строительства и отделки помещений выделяют в воздух загрязняющие вещества, которые могут ухудшить качество воздуха в помещении. Вентиляция может вымыть эти выделяемые загрязняющие вещества. Эксплуатация здания при низкой вентиляции (как в настоящем стандарте) повышает риск загрязнения воздуха этими выделяемыми веществами и требует проектирования здания с низким уровнем загрязнения внутренних помещений. Это достигается путем выбора материалов с низким уровнем излучения, особенно для больших поверхностей (стены, полы, потолки). Простой способ заключается в определении и выборе материалов, которые маркированы в соответствии с законодательными или добровольными спецификациями низкого уровня выбросов летучих органических соединений. Здание считается слабо или очень слабо загрязненным, если не менее 80 % материалов интерьера имеют низкий или очень низкий уровень эмиссии.

Материалы с низким или очень низким уровнем загрязнений - это камень, стекло, керамика и некоторые необработанные металлы, которые, как известно, не выделяют эмиссию в воздух помещений, а также материалы, которые при испытании показывают низкий или очень низкий уровень загрязнений (см. [таблицу D.1](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark77)). Свойства выбросов оцениваются путем испытания материала после 28 дней хранения в вентилируемой испытательной камере, в соответствии с CEN/TS 16516 в сочетании с ISO 16000-11, или как указано в ISO 16000-3/ISO 16000-6/ISO 16000-9/ISO 16000-11. Показатели выбросов, полученные в ходе этого эксперимента, затем преобразуются в концентрации воздуха в европейском эталонном помещении, по CEN/TS 16516, см. [таблицу D.2](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark78).

В странах с обязательными законодательными требованиями предполагается, что они обеспечивают минимальные требования (материалы с низким уровнем выбросов), в то время как добровольная маркировка устанавливает эталон для материалов с очень низким уровнем выбросов, см. [таблицу D.1](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark77). Это справедливо даже для французского регламента по ЛОС с различными классами выбросов ЛОС: даже самый строгий законодательный класс выбросов ЛОС (А+) имеет менее строгие требования для большинства вовлеченных веществ (кроме формальдегида), чем указанные в добровольной маркировке. Это позволяет классифицировать выбросы ЛОС на трех уровнях (не с низким уровнем выбросов, с низким уровнем выбросов или с очень низким уровнем выбросов).

Продуктами с низким уровнем выбросов для малозагрязненных зданий являются те, которые соответствуют законодательным требованиям, как, например, в:

- Бельгия;

- Франция (класс эмиссии ЛОС B или выше) - за исключением значения R, которое не указано;

- Германия (AgBB/DIBt).

Ограничения для продуктов с очень низким уровнем выбросов для зданий с очень низким уровнем загрязнения основаны на исследовании спецификаций популярных экомаркировок для продуктов с очень низким уровнем выбросов, таких как:

- Blue Angel;

— EMICODE EC1;

— GUT;

- Indoor Air Comfort.

Некоторые другие маркировки также включены в этот подход, но они включают еще более низкие предельные значения:

- EMICODE EC1PLUS;

- Indoor Air Comfort Gold;

- M1.

Подход заключается в том, что это не будет служить цели настоящего стандарта, если ссылаться только на этикетки с самыми низкими предельными значениями, но также включать этикетки с достаточно низкими предельными значениями.

Каждый выброс выражается как концентрация в помещении при обычных условиях (см. [таблицу D.1](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark77)), после расчета с параметрами европейского эталонного помещения (см. [таблицу D.2](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark78)). Такие испытания соответствуют выбросам через четыре недели после завершения строительства здания. Предполагается, что они являются показателем долгосрочных выбросов в здании.

**Таблица D.1 - Предельные значения после 28 дней хранения в вентилируемой испытательной камере**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Продукты с низким уровнем излучения для зданий с низким уровнем загрязнения** | **Продукты с очень низким уровнем выбросов для зданий с очень низким уровнем загрязнения** | **Единица** |
| Общее количество летучих органических соединений (TVOC) (по CEN/TS 16516) | 1 000 | 300 | µг/м3 |
| Формальдегид | 100 | 30 | µг /м3 |
| Любой канцерогенный ЛОС, классифицированный как C1A или C1B \*\*. | 5 | 5 | µг /м3 |
| Значение R (по CEN/TS 16516) | 1,0 | 1,0 | - |
| \* ЛОС = летучие органические соединения, как установлено в CEN/TS 16516. | | |  |
| \*\* Некоторые требования предусматривают предел в 1 µг/м3, иногда с расширением «насколько это технически возможно». Поскольку для большинства ЛОС невозможно достоверно определить низкие выбросы, предел в 5 µг /м3 для любого ЛОС является безопасным для достоверного определения выбросов. | | | |

Концентрации воздуха в [таблице D.1](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark77) относятся к европейскому эталонному помещению (по CEN/TS 16516:2013), которое имеет следующие параметры.

**Таблица D.2 - Европейский справочный зал**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Пол | 3 м x 4 м | Скорость изменения воздуха | 0,5 ч-1 (15 м3/ч) |
| Высота | 2,5 м | Температура | 23 °C |
| Объем | 30 м3 | Относительная влажность | 50 % |
| Окно | 1 окно 2 м2 | Дверь | 1 дверь длиной 1,6 м2 (0,8 м x 2,0 м) |

Выбросы рассчитываются для каждого продукта с использованием обычных коэффициентов нагрузки, представленных в [таблице D.3](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark79) (по CEN/TS 16516:2013).

**Таблица D.3 - Коэффициенты загрузки продукта**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Предназначен для использования на** | **Коэффициент загрузки**  **м2/м3** | **Воздушный поток в зависимости от площади**  **м3/м2 ч** |
| Стены | 1,0 | 0,5 |
| Пол или потолок | 0,4 | 1,25 |
| Небольшие поверхности (например, дверь) (1,6 ,2 до 2 м)2 | 0,05 | 10 |
| Очень маленькие поверхности (например, герметики) | 0,007 | 72 |

Соответствие может быть показано следующими двумя способами:

- представление протокола испытаний, выданного испытательной лабораторией, имеющей аккредитацию ISO 17025, которая охватывает данный вид испытаний;

- предъявление действительного свидетельства о соответствии любому нормативному акту или добровольной маркировке, включающей вышеуказанные (или более строгие) предельные значения (см. [таблицу D.1](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark77)) после 28 дней хранения в вентилируемой испытательной камере (или ранее).

Оценка загрязнения воздуха в реальном помещении будет страдать от того, что, даже если это возможно в виде математического расчета, в реальной жизни определенная однажды величина выбросов будет значительно отличаться таким возможным образом:

- с течением времени, с высоким снижением эмиссии в течение первых дней и недель (предполагается, что тестирование после 28 дней хранения в вентилируемой испытательной камере указывает на стабильную долгосрочную эмиссию);

- над производственными партиями;

- с перепадами и изменениями температуры и относительной влажности во время установки изделия и во время эксплуатации здания.

Выбор продуктов с низким или очень низким уровнем выбросов помогает достичь хорошего качества воздуха в помещении только за счет отказа от продуктов с более высоким уровнем выбросов. Проектирование качества воздуха именно на основе данных о выбросах не является реалистичным вариантом по вышеуказанным причинам. Если такая оценка предусмотрена, то при расчете используется перекрестное умножение («правило трех»):

*С*B = *C*R ⋅ *L*AB/*L*AR ⋅ *AC*R/*AC*B,(D.1)

где

*С*B - массовая концентрация соединения a в воздухе фактического здания, в мкг/м3;

*C*R - массовая концентрация соединения a в воздухе контрольного помещения, в мкг/м3;

*L*ab - коэффициент нагрузки в реальном здании, в квадратных метрах образца на кубический метр эталонного помещения;

*L*ar - коэффициент нагрузки в эталонном помещении, в квадратных метрах образца на кубический метр эталонного помещения;

*AC*r - часовой расход воздуха в эталонном помещении, в ч-1;

*AC*b - часовой расход воздуха в реальном здании, в ч-1.

Применяют формулу (D.1):

- до максимальных ожидаемых концентраций в воздухе, указанных в предельных значениях, если они соблюдаются;

- к фактически обнаруженным выбросам в воздухе контрольного помещения, если принять во внимание вышеуказанные ограничения таких расчетов.

**Приложение Е**

*(информационное)*

**Примеры критериев для освещения**

**Таблица E.1 - Примеры критериев для некоторых зданий и помещений в соответствии с EN 12464-1:2011**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Ссылка на пункт** | **Тип области, задачи или деятельности** |  | **Особые требования** |
| 5.26.2 | Офисы - Написание, набор текста, чтение, обработка данных | 500 | DSE-работа, см. 4.9 |
| 5.26.5 | Офисы - Конференц-залы и переговорные комнаты | 500 | Освещение должно быть управляемым |
| 5.36.1 | Учебные здания - классы, учебные аудитории | 500 | Освещение должно быть управляемым |
| 5.36.2 | Учебные здания - класс для вечерних занятий и обучения взрослых | 500 | Освещение должно быть управляемым |
| 5.36.3 | Учебные здания - Аудитории, лекционные залы | 500 | Освещение должно быть управляемым для удовлетворения различных аудио-видео потребностей |
| 5.39.1 | Помещения здравоохранения - Палаты, родильные отделения - Общее освещение | 100 |  |
| 5.39.3 | Медицинские помещения - Палаты, родильные отделения - Простые осмотры | 300 |  |
| 5.40.1 | Помещения здравоохранения - Смотровые кабинеты (общие) - Общее освещение | 500 | 4 000 K < 7cP < 5 000 K |
| 5.40.2 | Помещения здравоохранения - Смотровые кабинеты (общие) - Осмотр и лечение | 1 000 |  |
| 5.29.3 | Места общественного собрания - Рестораны и гостиницы - Ресторан, столовая, функциональный зал |  | Освещение должно быть спроектировано таким образом, чтобы создать соответствующую атмосферу |
| 5.36.24 | Учебные помещения - Учебные здания - Спортивные залы, гимнастические залы, плавательные бассейны | 300 | Условия обучения см. в EN 12193 |
| 5.27.1 | Торговые помещения - Торговый зал | 300 |  |
| 5.27.2 | Торговые помещения – кассовая зона | 500 |  |
| 5.1.1 | Зоны движения внутри зданий - Зоны циркуляции и коридоры | 100 | - Освещенность на уровне пола.  - Ra и UGR аналогичны прилегающим территориям;  - 150 lx, если транспортные средства на маршруте;  - Освещение выходов и входов обеспечит переходную зону, чтобы избежать резких изменений освещенности между внутренним и внешним пространством днем и ночью.  Следует позаботиться о том, чтобы не слепить водителей и пешеходов |
| 5.1.2 | Зоны движения внутри зданий - Лестницы, эскалаторы, травелаторы | 100 | Требуется повышенная контрастность ступеней |

**Приложение F**

*(информационное)*

**Критерии шума внутренних систем некоторых помещений и зданий**

**F.1 Шум от постоянных источников**

Значения эквивалентных уровней звукового давления, приведенные в ISO 17772-1:2017 (таблица L.1) являются основой для проектирования соответствующего оборудования. Для достижения предлагаемых результатов следует использовать подходящие надежные значения уровня звуковой мощности Lw, подтвержденные официальными испытаниями, например, в соответствии с EN 13141-1 - EN 13141-11 для жилых помещений и EN 13053 для нежилых помещений. Из уровня звуковой мощности можно вывести результирующий уровень звукового давления с учетом размеров и акустических характеристик рассматриваемого помещения, воспользовавшись следующей зависимостью ([формула F.1](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark84)) между звуковой мощностью и уровнем звукового давления:

 , (F.1)

где

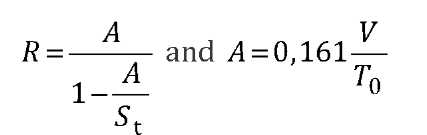
*L*p- уровень звукового давления, дБ (re 20 мкПа);

*L*w- уровень звуковой мощности, дБ (re 10-12 W);

*Q* - направленность источника звука, безразмерная;

*r* - расстояние от источника, м;

*R* - комнатная постоянная, безразмерная.



где

*A* - общее эквивалентное акустическое поглощение, м2;

*S*t - общая внутренняя поверхность помещения, м2;

*V* - объем, м3;

*T*0 - время реверберации, с.

Время реверберации 7o может быть принято равным 0,5 с для помещений объемом до 150 м3, в противном случае оно может быть рассчитано в соответствии с размерами и характеристиками помещения или с учетом конкретных норм, если таковые имеются.

Пример использования [формулы (F.1)](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark84)

В следующем примере вентиляционное устройство должно быть установлено в помещении с такими размерами: поверхность пола 4 м × 4 м, высота 2,5 м и объем 40 м3. Устройство должно быть установлено на стене: поэтому коэффициент направленности можно принять равным *Q* = 2; предположим, что уровень звуковой мощности *L*w = 35 дБ. В этом случае подходящим исходным положением для расчета конструкции может быть центр комнаты: пусть расстояние от этой точки до устройства будет 2 м.

Первым шагом является расчет общей внутренней поверхности помещения, которая составляет:

*S*t = 16 + 16 +4 × 10 = 72 м2

Второй шаг, учитывая время реверберации 0,5 с, заключается в расчете A и R следующим образом:

*A* = 0,161 × 40 / 0,5 = 12,88 м2 и *R* = 12,88/(1 - 12,88/72) = 15,68 м2.

Третий шаг заключается в использовании [формулы (F.1)](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark84) для прогнозирования уровня давления в помещении, вытекающего из предполагаемого уровня мощности, следующим образом:

*L*p = 40 + 10 log [2/(4 π *r*2) + 4/ 15,68] = 40 - 5,30 = 34,70 дБ

Расчет можно повторить для любой соответствующей полосы частот (например, от 125 Гц до 4 000 Гц) и получить результирующий А-взвешенный уровень звукового давления, который можно сравнить с выбранным значением из ISO 17772-1:2017 (таблица L.1).

При оценке после эксплуатации измеренные значения должны быть нормированы на время реверберации, принятое на стадии проектирования, путем добавления следующего члена:

10 log (*T/T*0)

где

*T* - время реверберации в условиях измерения;

*T*0 - расчетное время реверберации.

**F.2 Шум от обслуживающего оборудования в зданиях**

Расчетные значения *L*AFmax,nT приведены в [таблице F.1](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark85) (со ссылкой на 6.6).

**Таблица F.1 - Примеры расчетного уровня звука, *L*AFmax,nT (дБ(A)) для непостоянных источников**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Здание** | Уровень звука, *L*AFmax,nT (дБ(A)) | | |
| I | II | III |
| Резиденции | <32 | <36 | <40 |
| Гостиничные номера | <30 | <34 | <38 |
| Палата для пациентов больницы | <30 | <34 | <38 |
| Офисы | <32 | <36 | <40 |

**Приложение G**

*(информационное)*

**Графики пребывания людей для энергетических расчетов**

Графики пребывания жильцов оказывают очень значительное влияние на расчет энергетических показателей. ISO 17772-1 включает несколько графиков по умолчанию, которые могут быть использованы для стандартного расчета. Приведено, как рассчитываются потери сухого и общего тепла от человеческого тела.

Теплоотдача человеческого тела зависит от многих факторов, таких как комнатная температура, средняя лучистая температура, относительная влажность, скорость движения воздуха, площадь поверхности тела, скорость обмена веществ, теплоизоляция одежды и т.д. Климат в помещении зимой и летом при соблюдении требований настоящего стандарта оказывает влияние, приводящее к различным сезонным значениям тепловыделения.

Площадь поверхности тела - это уникальный параметр, который зависит от индивидуального роста и веса. Это наиболее значимый параметр, и он показывает большие различия между людьми с одинаковой мышечной активностью. Кроме того, потери тепла за счет диффузии, излучения и конвекции зависят от площади поверхности тела. Площадь поверхности тела рассчитывается по формуле Дю Буа, в которой учитывается 50-процентный вес и рост людей соответствующего возраста и пола [4]

*A*DU = 0,202×*W*0,425×*H*0,725, (G.1)

где

*A*du - площадь поверхности тела;

*W* - вес, кг;

*H* - рост, м.

В интересующих нас категориях зданий наибольший разброс площади поверхности тела жильцов наблюдается в яслях, детских садах и школах по сравнению с другими категориями зданий, в которых в основном проживают взрослые (отдельные дома, многоквартирные дома, офисные здания, универсальные магазины, гостиницы, рестораны, спортивные залы и больницы). В [таблице G.1](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark88) показана площадь поверхности тела в зависимости от веса и роста.

**Таблица G.1 - Площадь поверхности тела людей, находящихся в яслях, детских садах и школах[**[**5**](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark123)**]**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | Девушка/женщина | | | | | | | | Мальчик/мужчина | | | | | | | |
|  | Возраст | *W* | | | *H* | | | *A*DU | | *W* | | | *H* | | | *A*DU | |
|  |  | фунт | кг | дюйм | | м | м2 | | фунт | | кг | дюйм | | м | м2 | |
| Центр дневного ухода | 2 | 26,5 | 12,0 | 33,5 | | 0,9 | 0,5 | | 27,5 | | 12,5 | 34,2 | | 0,9 | 0,5 | |
|  | 3 | 31,5 | 14,3 | 37,0 | | 0,9 | 0,6 | | 31,0 | | 14,1 | 37,5 | | 1,0 | 0,6 | |
|  | 4 | 34,0 | 15,5 | 39,5 | | 1,0 | 0,6 | | 36,0 | | 16,4 | 40,3 | | 1,0 | 0,7 | |
|  |  |  |  |  | |  |  | |  | |  |  | |  |  | |
| Детский сад | 5 | 39,5 | 18,0 | 42,5 | | 1,1 | 0,7 | | 40,5 | | 18,4 | 43,0 | | 1,1 | 0,7 | |
|  | 6 | 44,0 | 20,0 | 45,5 | | 1,2 | 0,8 | | 45,5 | | 20,7 | 45,5 | | 1,2 | 0,8 | |
| Школа |  |  |  |  | |  |  | |  | |  |  | |  |  | |
| G - 1 | 7 | 49,5 | 22,5 | 47,7 | | 1,2 | 0,9 | | 50,5 | | 23,0 | 48,0 | | 1,2 | 0,9 | |
| G - 2 | 8 | 57,0 | 25,9 | 50,5 | | 1,3 | 1,0 | | 56,5 | | 25,7 | 50,4 | | 1,3 | 1,0 | |
| G - 3 | 9 | 62,0 | 28,2 | 52,5 | | 1,3 | 1,0 | | 63,0 | | 28,6 | 52,5 | | 1,3 | 1,0 | |
| G - 4 | 10 | 70,5 | 32,0 | 54,5 | | 1,4 | 1,1 | | 70,5 | | 32,0 | 54,5 | | 1,4 | 1,1 | |
| G - 5 | 11 | 81,5 | 37,0 | 56,7 | | 1,4 | 1,2 | | 78,5 | | 35,7 | 56,5 | | 1,4 | 1,2 | |
| G - 6 | 12 | 91,5 | 41,6 | 59,0 | | 1,5 | 1,3 | | 88,0 | | 40,0 | 58,7 | | 1,5 | 1,3 | |
| G - 7 | 13 | 101,0 | 45,9 | 61,7 | | 1,6 | 1,4 | | 100,0 | | 45,5 | 61,5 | | 1,6 | 1,4 | |
| G - 8 | 14 | 105,0 | 47,7 | 62,5 | | 1,6 | 1,5 | | 112,0 | | 50,9 | 64,5 | | 1,6 | 1,5 | |
| G - 9 | 15 | 115,0 | 52,3 | 62,9 | | 1,6 | 1,5 | | 123,5 | | 56,1 | 67,0 | | 1,7 | 1,6 | |
| G - 10 | 16 | 118,0 | 53,6 | 64,0 | | 1,6 | 1,6 | | 134,0 | | 60,9 | 68,3 | | 1,7 | 1,7 | |
| G - 11 | 17 | 120,0 | 54,5 | 64,0 | | 1,6 | 1,6 | | 142,0 | | 64,5 | 69,0 | | 1,8 | 1,8 | |
| G - 12 | 18 | 125,0 | 56,8 | 64,2 | | 1,6 | 1,6 | | 147,0 | | 66,8 | 69,2 | | 1,8 | 1,8 | |

На основании данных, приведенных в [таблице G.1](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark88), были выбраны средние площади поверхности тела, указанные в [таблице G.2](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark89), для расчета тепловыделения жильцов.

**Таблица G.2 - Средняя площадь поверхности тела, используемая в расчетах теплового излучения жильца**

|  |  |
| --- | --- |
| **Тип здания** | ***A*DU (м )2** |
| Отдельно стоящий дом | 1,70 |
| Многоквартирный дом | 1,70 |
| Офисное здание | 1,70 |
| Универмаг | 1,70 |
| Отель | 1,70 |
| Ресторан | 1,70 |
| Спорт, терминал, театр | 1,70 |
| Школа | 1,68 |
| Центр дневного ухода (от 2 лет до 4 лет) | 0,66 |
| Детский сад (от 5 лет до 6 лет) | 0,77 |
| Больница | 1,70 |
| Конференц-зал | 1,70 |
| Классная комната | 1,70 |
| Компьютерный класс | 1,70 |

Теплоотдача тела зависит от скорости метаболизма, а выделение энергии в результате метаболизма - от мышечной активности. Метаболизм измеряется в единицах метр; 1 метр эквивалентен 58,15 Вт/м2 на площадь поверхности тела. Для определения сухих и общих теплопотерь жильцов в исследуемых категориях зданий использовались значения скорости метаболизма, приведенные в [таблице G.3.](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark90)

**Таблица G.3 - Скорость метаболизма изученных категорий зданий** [**[6**](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark124)[**][7**](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark125)**][8][9]**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Учреждение** | | | | **Мет** | |
| Центр дневного ухода | Дети | от 2 лет до 4 лет | 1,0 | |
|  | Профессионал | Взрослые люди | 1,91 | |
| Детский сад | Дети | от 5 лет до 6 лет | 1,39 | |
| Школа | С 1 по 6 класс | от 7 лет до 12 лет | 1,2 | |
|  | С 7 по 12 класс | от 13 до 18 лет | 1,2 | |
|  | Учитель | Взрослые люди | 1,46 t 1,72 | |
| Универмаг | | Взрослый работник | 1,6 | |
| Офис, переговорная комната | | Взрослый офисный работник (малоподвижный) | 1,2 | |
| Отдельно стоящий дом, многоквартирный дом | | Взрослые люди | 1,2 | |
| Гостиница, ресторан, больница | | Взрослые люди (малоподвижные) | 1,2 | |
| Спорт, терминал, театр | | Взрослые люди | 1,6 | |

Заданные значения температуры воздуха в помещении, средней эквивалентной температуры излучения, относительной скорости движения воздуха и теплоизоляции одежды зависят от времени года. Теплоотдача от тела также изменяется. В [таблице G.4](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark91) приведены интересующие нас диапазоны различных параметров и значения, используемые для расчета летнего и зимнего сезонов.

**Таблица G.4 - Значения входных параметров для расчета тепловых выбросов жильцов летом и зимой**

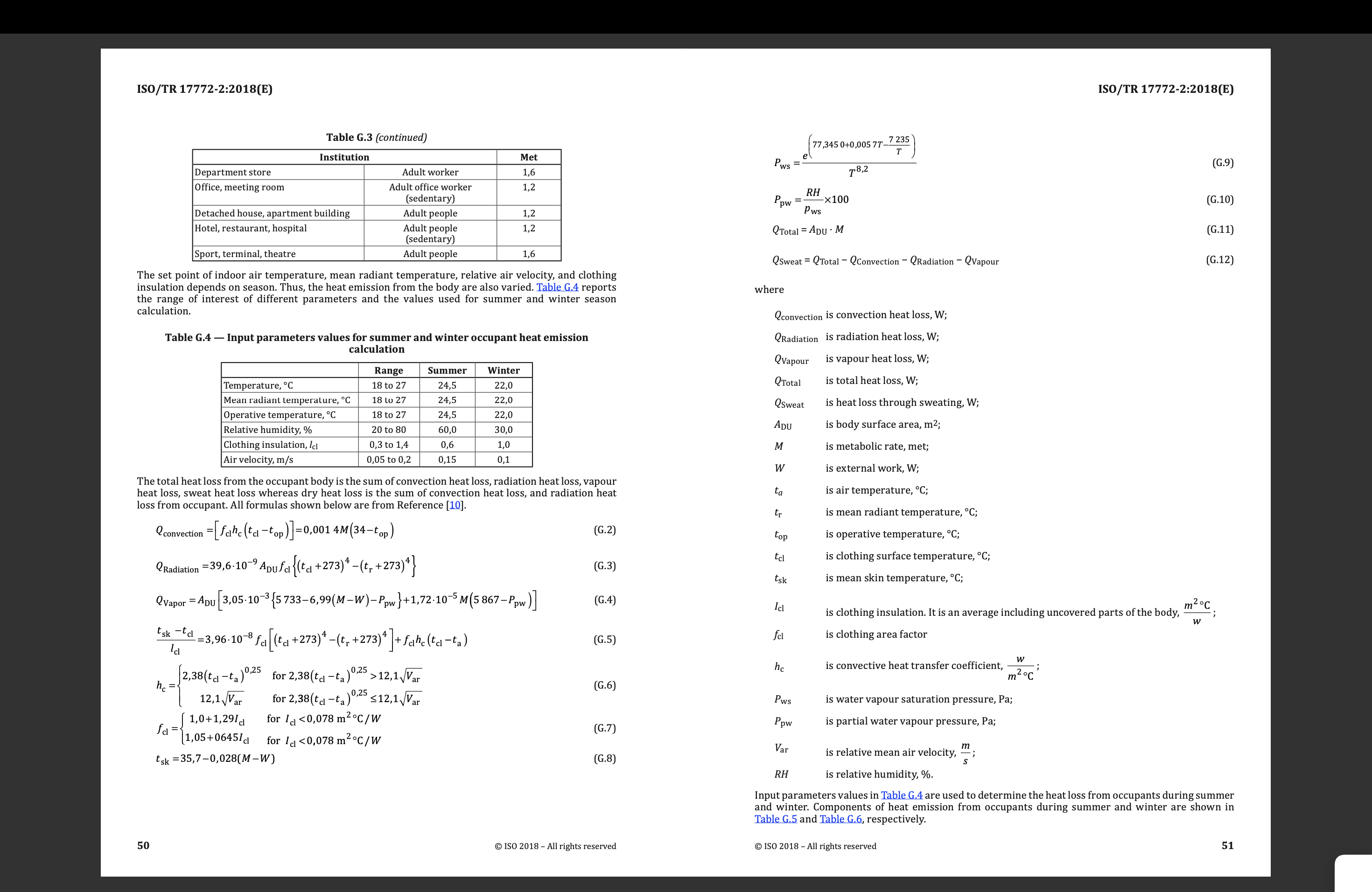
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Диапазон** | **Лето** | **Зима** |
| Температура, °C | 18 - 27 | 24,5 | 22,0 |
| Средняя эквивалентная температура излучения, °C | 18 - 27 | 24,5 | 22,0 |
| Рабочая температура, °C | 18 - 27 | 24,5 | 22,0 |
| Относительная влажность, % | от 20 до 80 | 60,0 | 30,0 |
| Изоляция одежды, / lcl | 0,3 - 1,4 | 0,6 | 1,0 |
| Скорость воздуха, м/с | 0,05 - 0,2 | 0,15 | 0,1 |

Общая потеря тепла от тела человека представляет собой сумму конвективных теплопотерь, радиационных теплопотерь, теплопотерь пара, теплопотерь пота, в то время как сухие теплопотери представляют собой сумму конвективных теплопотерь и радиационных теплопотерь человека. Все приведенные ниже формулы взяты из справочника [[10](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark128)].

*Q*convection = [*f*cl*h*c(*t*cl-*t*op)] = 0,001 4*M* (34-*t*op), (G.2)

*Q*Radiation = 39,6 ⋅ 10-9 *A*DU*f*cl {(*t*cl + 273)4 – (*t*r + 273)4}, (G.3)

*Q*Vapor = *A*DU [3,05 ⋅ 10-3 {5733 – 6,99(*M – W*)- *P*pw}+ 1,72 ⋅ 10-5*M*(5867 – *P*pw)], (G.4)

, (G.5)

Изображение выглядит как текст, снимок экрана

Автоматически созданное описание, (G.6)

Изображение выглядит как текст, снимок экрана

Автоматически созданное описание , (G.7)

Изображение выглядит как текст, снимок экрана

Автоматически созданное описание, (G.8)

Изображение выглядит как текст, снимок экрана

Автоматически созданное описание, (G.9)

Изображение выглядит как текст, снимок экрана

Автоматически созданное описание, (G.10)

Изображение выглядит как текст, снимок экрана

Автоматически созданное описание , (G.11)

*Q*Sweat = *Q* Total - *Q* Convection - *Q* Radiation - *Q* Vapour , (G.12)

где

*Q* Convection- конвективные теплопотери, Вт;

*Q* Radiation - радиационные теплопотери, Вт;

*Q*Vapour- потери тепла паром, Вт;

*Q*Total - общие потери тепла, Вт;

*Q*Sweat- потеря тепла при потоотделении, W;

*A*DU - площадь поверхности тела, м2;

*М* - скорость метаболизма, метр;

*W* - внешняя работа, W;

*t*a - температура воздуха, °C;

*t*r - средняя лучистая температура, °C;

*t*op – расчетная комфортная температура, °C;

*t*cl - температура поверхности одежды, °C;

*t*sk - средняя температура кожи, °C;

*I*cl это теплоизоляция одежды. Это средний показатель, включающий непокрытые части тела,

*fc*l - коэффициент площади одежды

*h*c - конвективный коэффициент теплопередачи, ;

*P*ws - давление насыщения водяного пара, Па;

*P*pw - парциальное давление водяного пара, Па;

*V*ar относительная средняя скорость воздуха, ;

*RH* - относительная влажность, %.

Значения входных параметров в [таблице G.4](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark91) используются для определения теплопотерь от жильцов в летний и зимний периоды. Компоненты теплоотдачи от жильцов в летний и зимний периоды показаны в [таблице G.5](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark92) и [таблице G.6](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark93), соответственно.

**Таблица G.5 - Компоненты теплопотерь в жилых помещениях в летний период**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Тип здания** | *Q*Convection | *Q*Radiation | *Q*Vapour | *Q*Sweat | *Q*Dry | *Q*Total |
|  | W | W | W | W | W | W |
| Отдельно стоящий дом | 44,1 | 38,7 | 25,9 | 9,7 | 82,8 | 118,3 |
| Многоквартирный дом | 44,1 | 38,7 | 25,9 | 9,7 | 82,8 | 118,3 |
| Офисное здание | 44,1 | 38,7 | 25,9 | 9,7 | 82,8 | 118,3 |
| Универмаг | 41,7 | 36,0 | 27,8 | 52,4 | 77,6 | 157,8 |
| Отель | 44,1 | 38,7 | 25,9 | 9,7 | 82,8 | 118,3 |
| Ресторан | 44,1 | 38,7 | 25,9 | 9,7 | 82,8 | 118,3 |
| Спортивный терминал, театр | 41,7 | 36,0 | 27,8 | 52,4 | 77,6 | 157,8 |
| Школа | 39,6 | 32,7 | 25,2 | 19,4 | 72,3 | 116,9 |
| Центр дневного ухода (от 2 до 4 лет) | 16,1 | 13,4 | 9,5 | 0,0 | 29,5 | 38,3 |
| Детский сад (от 5 до 6 лет) | 17,6 | 14,4 | 11,9 | 18,1 | 32,0 | 62,1 |
| Больница | 44,1 | 38,7 | 25,9 | 9,7 | 82,8 | 118,3 |
| Конференц-зал | 44,1 | 38,7 | 25,9 | 9,7 | 82,8 | 118,3 |
| Классная комната | 44,1 | 38,7 | 25,9 | 9,7 | 82,8 | 118,3 |
| Компьютерный класс | 44,1 | 38,7 | 25,9 | 9,7 | 82,8 | 118,3 |

**Таблица G.6 - Компоненты теплопотерь в жилых помещениях в зимний период**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Тип здания** | *Q*Convection | *Q*Radiation | *Q*Vapour | *Q*Sweat | *Q*Dry | *Q*Total |
|  | W | W | W | W | W | W |
| Отдельно стоящий дом | 38,3 | 39,5 | 33,4 | 7,1 | 77,8 | 118,3 |
| Многоквартирный дом | 38,3 | 39,5 | 33,4 | 7,1 | 77,8 | 118,3 |
| Офисное здание | 38,3 | 39,5 | 33,4 | 7,1 | 77,8 | 118,3 |
| Универмаг | 36,9 | 37,3 | 35,9 | 47,6 | 74,2 | 157,8 |
| Отель | 38,3 | 39,5 | 33,4 | 7,1 | 77,8 | 118,3 |
| Ресторан | 38,3 | 39,5 | 33,4 | 7,1 | 77,8 | 118,3 |
| Спорт, терминал, театр | 36,9 | 37,3 | 35,9 | 47,6 | 74,2 | 157,8 |
| Школа | 37,8 | 38,9 | 32,9 | 7,2 | 76,7 | 116,9 |
| Центр дневного ухода (от 2 до 4 лет) | 15,1 | 15,8 | 12,5 | 0,0 | 30,9 | 38,3 |
| Детский сад (от 5 до 6 лет) | 17,1 | 17,4 | 15,7 | 11,9 | 34,5 | 62,1 |
| Больница | 38,3 | 39,5 | 33,4 | 7,1 | 77,8 | 118,3 |
| Конференц-зал | 38,3 | 39,5 | 33,4 | 7,1 | 77,8 | 118,3 |
| Классная комната | 38,3 | 39,5 | 33,4 | 7,1 | 77,8 | 118,3 |
| Компьютерный класс | 38,3 | 39,5 | 33,4 | 7,1 | 77,8 | 118,3 |

Упрощенная форма [таблиц G.5](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark92) и [G.6](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark93) приведена в [таблице G.7](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark94). В ней приведены средние потери сухого и общего тепла жильцами.

**Таблица G.7 - Сводка потерь сухого и общего тепла от тела человека**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип здания | Ставка метаболизма, *М* | Поверхность тела, *A*DU | **Лето** | | | | **Зима** | | | | **Среднее** | | | |
| *Q*Dry | *Q*Total | | *Q*Dry | | | *Q*Total | *Q*Dry | | | *Q*Total |
| мет | м2 | C | | W | | W | W | | | W | W | | |
| Отдельно стоящий дом | 1,2 | 1,70 | 82,8 | | 118,3 | | 77,8 | 118,3 | | | 80,3 | 118,3 | | |
| Многоквартирный дом | 1,2 | 1,70 | 82,8 | | 118,3 | | 77,8 | 118,3 | | | 80,3 | 118,3 | | |
| Офисное здание | 1,2 | 1,70 | 82,8 | | 118,3 | | 77,8 | 118,3 | | | 80,3 | 118,3 | | |
| Универсальный магазин | 1,6 | 1,70 | 77,6 | | 157,8 | | 74,2 | 157,8 | | | 75,9 | 157,8 | | |
| Отель | 1,2 | 1,70 | 82,8 | | 118,3 | | 77,8 | 118,3 | | | 80,3 | 118,3 | | |
| Ресторан | 1,2 | 1,70 | 82,8 | | 118,3 | | 77,8 | 118,3 | | | 80,3 | 118,3 | | |
| Терминал, спортивный зал | 1,6 | 1,70 | 77,6 | | 157,8 | | 74,2 | 157,8 | | | 75,9 | 157,8 | | |
| Школа | 1,2 | 1,68 | 72,3 | | 116,9 | | 76,7 | 116,9 | | | 74,5 | 116,9 | | |
| Центр дневного ухода (от 2 до 4 лет) | 1,0 | 0,66 | 29,5 | | 38,3 | | 30,9 | 38,3 | | | 30,2 | 38,3 | | |
| Детский сад (от 5 до 6 лет) | 1,39 | 0,77 | 32,0 | | 62,1 | | 34,5 | 62,1 | | | 33,2 | 62,1 | | |
| Больница | 1,2 | 1,70 | 82,8 | | 118,3 | | 77,8 | 118,3 | | | 80,3 | 118,3 | | |
| Конференц-зал | 1,2 | 1,70 | 82,8 | | 118,3 | | 77,8 | 118,3 | | | 80,3 | 118,3 | | |
| Классная комната | 1,2 | 1,70 | 82,8 | | 118,3 | | 77,8 | 118,3 | | | 80,3 | 118,3 | | |
| Компьютерный класс | 1,2 | 1,70 | 82,8 | | 118,3 | | 77,8 | 118,3 | | | 80,3 | 118,3 | | |

Среди всех параметров скорость метаболизма и площадь поверхности тела являются наиболее значимыми. В конкретных случаях значения скорости метаболизма по умолчанию могут вводить в заблуждение. Например, скорость метаболизма у людей, занимающихся в спортивном зале, может варьироваться от 1,5 до 10,0 метров [[9](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark127)]. В таких случаях важно уточнить активность людей в соответствующих зданиях перед определением сухих и общих теплопотерь от тела человека.

**Приложение H**

*(информационное)*

**Долгосрочная оценка общих условий теплового комфорта**

Для оценки комфортных условий во времени (сезон, год) можно провести суммирование параметров на основе данных, измеренных в реальных зданиях, или динамического компьютерного моделирования. В настоящем приложении перечислены пять методов, которые могут быть использованы для этой цели.

**Метод A. Процент за пределами диапазона:**

Рассчитать количество или % занятых часов (тех, в течение которых здание занято), когда PMV или оперативная температура находятся вне заданного диапазона.

**Метод B. Критерии часов на получение степени:**

Время, в течение которого фактическая рабочая температура превышает заданный диапазон в течение занятых часов, взвешивается коэффициентом, который является функцией, зависящей от того, на сколько градусов был превышен диапазон.

a) Коэффициент взвешивания, Wf, равен 0 для:

*Θ*o,limit,lower ≤ *Θ*o ≤ *Θ*o,limit,upper

где *Θ*o,limit - нижний или верхний предел указанного диапазона комфортности (например, 23,0 °C < *Θ*o ≤ 26,0 °C, что соответствует -0,5 < PMV < 0,5, как указано в [Приложении B](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark40) для одноместных офисов, категория II, лето).

b) Коэффициент взвешивания, wf, рассчитывается как

wf = *Θ*o -*Θ*o,limit

когда *Θ*o < *Θ*o,limit,lower, или *Θ*o,limit,upper < *Θ*o

c) Для характерного периода в течение года суммируется произведение весового коэффициента и времени. Сумма произведения имеет единицу измерения - часы.

Теплый период:

∑ wf - время для *Θ*o > *Θ*o,limit,upper

холодный период:

∑wf - время для *Θ*o < *Θ*o,limit,lower

**Метод C. Взвешенные критерии PPD:**

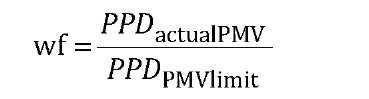
Время, в течение которого фактическая PMV превышает границы комфорта, взвешивается коэффициентом, который является функцией PPD. На основе распределения PMV по годам и связи между PMV и PPD рассчитывается следующее:

a) Коэффициент взвешивания, wf, равен 0 для:

PMV limit,lower ≤ PMV < PMVlimit,upper

где PMVlimit определяется диапазоном комфортности, указанным в [приложении B](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark40).

b) Весовой коэффициент, wf, рассчитывается как:



где

PMV < PMVlimit,lower или PMVlimit,upper < PMV, при этом:

*PPD*actualPMV - это PPD, соответствующий фактическому PMV;

*PPD*PMVlimit - это PPD, соответствующий PMVlimit.

c) Произведение коэффициента взвешивания и времени суммируется за характерный рабочий период в течение года. Сумма произведения имеет единицу измерения:

Теплый период:

∑wf - время для PMV > PMVlimit,upper

Холодный период:

∑ wf - время для PMV < PMVlimit,lower

[Таблица H.1](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark97) иллюстрирует эту концепцию метода B и C. Весовые коэффициенты основаны на разнице температур wf (°C) и PPD; wf (PPD) показан для комфортного диапазона от 23 °C до 26 °C, что соответствует сидячей работе (1,2 мет) и легкой летней одежде (0,5 кло). Для температур выше или ниже этого интервала количество часов будет умножено на эти коэффициенты. Как видно, использование весового коэффициента PPD приведет к большему количеству часов. Полученные значения могут быть использованы для оценки долгосрочных комфортных условий.

**Таблица H.1 - Примеры весовых коэффициентов, основанных на разнице температур или PPD для зданий с механическим отоплением или охлаждением в соответствии с допущениями, указанными в тексте.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Температура, °C** | | **Весовые коэффициенты** | |
| wf (°C) | wf (PPD) |
| Холодный | 20 | 3 | 4,7 |
| 21 | 2 | 3,1 |
| 22 | 1 | 1,9 |
| Нейтральный | 23 | 0 | 0 |
| 24 | 0 |  |
| 25 | 0 | 0 |
| 26 | 0 | 0 |
| Теплый | 27 | 1 | 1,9 |
| 28 | 2 | 3,1 |
| 29 | 3 | 4,7 |

**Приложение I**

*(информационное)*

**Рекомендуемые критерии допустимых отклонений**

**I.1 Категория качества окружающей среды в помещении**

Требование условий в пределах заданной категории 100 % времени, часто приводит к созданию слишком больших систем зданий, которые большую часть года будут работать с низкой эффективностью. Необходимо принять определенное отклонение в течение года. Продолжительность и/или уровень такого превышения должны быть указаны в проектной документации. Это может быть указано как допустимая продолжительность времени в более низкой категории, чем проектная категория.

Выбор категории в основном важен для входных значений при проектировании. Категории также можно использовать для отображения годовой производительности помещения или здания.

Примеры методов оценки долгосрочных характеристик здания приведены в [приложении D](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark75).

**I.2 Продолжительность отклонения**

[Таблица I.1](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark100) показывает примеры, которые соответствуют % отклонения на основе рабочих часов.

**Таблица I.1 - Примеры продолжительности отклонений, соответствующих определенному % занятых часов**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **x% / y% периода** | **Еженедельные часы**  **20 % 50 %** | **Месячные часы**  **12 % 25 %** | **Годовые часы**  **3 % 6 %** |
| Рабочее время  Всего часов | 8 20  40 | 21 44  175 | 63 126  2 100 |
| Общее время  Общее количество часов | 33 58  166 | 86 180  720 | 259 518  8 640 |

Это позволяет допускать кратковременные отклонения, например, при открывании окон, когда допускается кратковременное увеличение скорости движения воздуха и шума. Например, на уровне 6 % допускается, чтобы температура превышала критерии в течение 126 часов в течение года, но не более 20 часов в течение рабочей недели и 44 часов в течение рабочего месяца. Между отклонениями на годовой, месячной и недельной основе должно быть разумное соотношение.

Используя более одного критерия (например, как ежегодный, так и еженедельный), можно, например, установить косвенный критерий того, как долго подряд можно принимать периоды повышенной или пониженной температуры. Строгое еженедельное требование будет означать, что недельные периоды перегрева или недоохлаждения недопустимы, в то время как небольшой перегрев или недоохлаждение допустимы, если они равномерно распределены в течение года.

**Пример соотношения между годовой, месячной и недельной оценкой**

Пример основан на почасовых измерениях температуры жилого дома во Франции с естественной вентиляцией и вентиляционным охлаждением.

Применяя 6 % критерий для годового превышения, годовая категория становится категорией II, так как по крайней мере 94 % часов относятся к категории II (только 78 % часов относятся к категории I, поэтому это здание явно не относится к категории I).

[В таблице 1.2](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark101) показано ежемесячное распределение часов в каждой категории. Она также показывает, в какую категорию попадает здание в зависимости от того, какой критерий отклонения применяется. Для ежемесячной оценки (в качестве примера) применяются критерии 12 % и 25 % из [таблицы I.1](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark100). Более строгий критерий отклонения в 12 % переводит несколько месяцев из категории I в категорию II.

**Таблица I.2 - Ежемесячное распределение часов по категориям**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Янв** | **Фев** | **Март** | **Апр** | **Май** | **Июнь** | **Июль** | **Авг** | **Сент** | **Окт** | **Нояб** | **Дек** | **Год** |
| **Слишком высокая** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 5 | 0 | 0 | 15 |
| **4 высокий** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |
| **3 высокий** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 47 | 0 | 2 | 20 | 13 | 10 | 0 | 92 |
| **2 высокий** | 13 | 18 | 0 | 26 | 48 | 108 | 0 | 25 | 71 | 18 | 12 | 37 | 376 |
| **1** | 586 | 641 | 291 | 302 | 570 | 561 | 744 | 667 | 551 | 483 | 691 | 707 | 6794 |
| **2 низкий** | 133 | 13 | 447 | 390 | 126 | 4 | 0 | 49 | 56 | 102 | 7 | 0 | 1327 |
| **3 низкий** | 12 | 0 | 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 12 | 76 | 0 | 0 | 109 |
| **4 низкий** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |
| **Слишком низкий** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 47 | 0 | 0 | 47 |
|  | | | | | | | | | | | | | | |
| **Категория**  **(12 % критериев)** | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |  |
| **Категория**  **(25 % критериев)** | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |  |

[В таблице I.3](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark102) приведено распределение часов по неделям в каждой категории. Она также показывает, какой категории достигает здание в зависимости от того, какой критерий отклонения применяется. Критерии 12 % и 25 % из [таблицы I.1](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark100) применяются также для еженедельной оценки (в качестве примера). Более строгий критерий отклонения в 12 % смещает несколько месяцев на одну категорию.

**Таблица I.3 - Ежемесячное распределение часов по категориям**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Слишком высокая** | **4 высокий** | **3 высокий** | **2 высокий** | **1** | **2 низкий** | **3 низкий** | **4 низкий** | **Слишком низкий** | **Кат. (25 % крит.)** | **Кат. (12 % крит.)** |
| **Неделя 1** | 0 | 0 | 0 | 3 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| **Неделя 2** | 0 | 0 | 0 | 6 | 136 | 26 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| **Неделя 3** | 0 | 0 | 0 | 0 | 93 | 63 | 12 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| **Неделя 4** | 0 | 0 | 0 | 0 | 156 | 12 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| **Неделя 5** | 0 | 0 | 0 | 4 | 132 | 32 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| **Неделя 6** | 0 | 0 | 0 | 5 | 163 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| **Неделя 7** | 0 | 0 | 0 | 9 | 146 | 13 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| **Неделя 8** | 0 | 0 | 0 | 0 | 168 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| **Неделя 9** | 0 | 0 | 0 | 0 | 168 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| **Неделя 10** | 0 | 0 | 0 | 4 | 159 | 5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| **Неделя 11** | 0 | 0 | 0 | 0 | 97 | 71 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| **Неделя 12** | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 128 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| **Неделя 13** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 168 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| **Неделя 14** | 0 | 0 | 0 | 0 | 78 | 84 | 6 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| **Неделя 15** | 0 | 0 | 0 | 0 | 116 | 52 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| **Неделя 16** | 0 | 0 | 0 | 0 | 35 | 133 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| **Неделя 17** | 0 | 0 | 0 | 26 | 95 | 47 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| **Неделя 18** | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | 149 | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| **Неделя 19** | 0 | 0 | 0 | 37 | 77 | 54 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| **Неделя 20** | 0 | 0 | 0 | 6 | 96 | 66 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| **Неделя 21** | 0 | 0 | 0 | 5 | 157 | 6 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| **Неделя 22** | 0 | 0 | 0 | 0 | 168 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| **Неделя 23** | 0 | 0 | 11 | 21 | 136 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| **Неделя 24** | 0 | 0 | 10 | 32 | 123 | 3 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| **Неделя 25** | 0 | 0 | 7 | 4 | 157 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| **Неделя 26** | 0 | 0 | 10 | 36 | 121 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| **Неделя 27** | 0 | 0 | 9 | 15 | 144 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| **Неделя 28** | 0 | 0 | 0 | 0 | 168 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| **Неделя 29** | 0 | 0 | 0 | 0 | 168 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| **Неделя 30** | 0 | 0 | 0 | 0 | 168 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| **Неделя 31** | 0 | 0 | 0 | 0 | 168 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| **Неделя 32** | 0 | 0 | 0 | 16 | 152 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| **Неделя 33** | 0 | 0 | 0 | 1 | 146 | 21 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| **Неделя 34** | 0 | 0 | 2 | 7 | 151 | 8 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| **Неделя 35** | 0 | 0 | 0 | 0 | 150 | 17 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| **Неделя 36** | 0 | 0 | 0 | 1 | 142 | 22 | 3 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| **Неделя 37** | 0 | 0 | 0 | 25 | 132 | 11 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| **Неделя 38** | 0 | 0 | 8 | 13 | 139 | 8 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| **Неделя 39** | 10 | 0 | 12 | 23 | 112 | 7 | 4 | 0 | 0 | 2 | 3 |
| **Неделя 40** | 5 | 0 | 4 | 11 | 132 | 11 | 5 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| **Неделя 41** | 0 | 0 | 5 | 3 | 125 | 15 | 20 | 0 | 0 | 2 | 3 |
| **Неделя 42** | 0 | 0 | 0 | 10 | 136 | 16 | 3 | 0 | 3 | 1 | 2 |
| **Неделя 43** | 0 | 0 | 4 | 4 | 121 | 31 | 8 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| **Неделя 44** | 0 | 0 | 0 | 0 | 78 | 30 | 37 | 0 | 23 | 3 | Вне диапазона |
| **Неделя 45** | 0 | 0 | 0 | 0 | 151 | 12 | 8 | 0 | 21 | 1 | 3 |
| **Неделя 46** | 0 | 0 | 10 | 12 | 146 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| **Неделя 47** | 0 | 0 | 0 | 0 | 163 | 5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| **Неделя 48** | 0 | 0 | 0 | 0 | 168 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| **Неделя 49** | 0 | 0 | 0 | 0 | 168 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| **Неделя 50** | 0 | 0 | 0 | 4 | 164 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| **Неделя 51** | 0 | 0 | 0 | 16 | 152 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| **Неделя 52** | 0 | 0 | 0 | 0 | 168 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |

В примере приведена взаимосвязь между годовыми, месячными и недельными максимальными отклонениями от проектной категории. Он указывает, что для достижения зданием одной и той же категории на годовом, месячном и недельном уровнях, максимальное отклонение должно увеличиваться от годового к месячному и снова к недельному уровню.

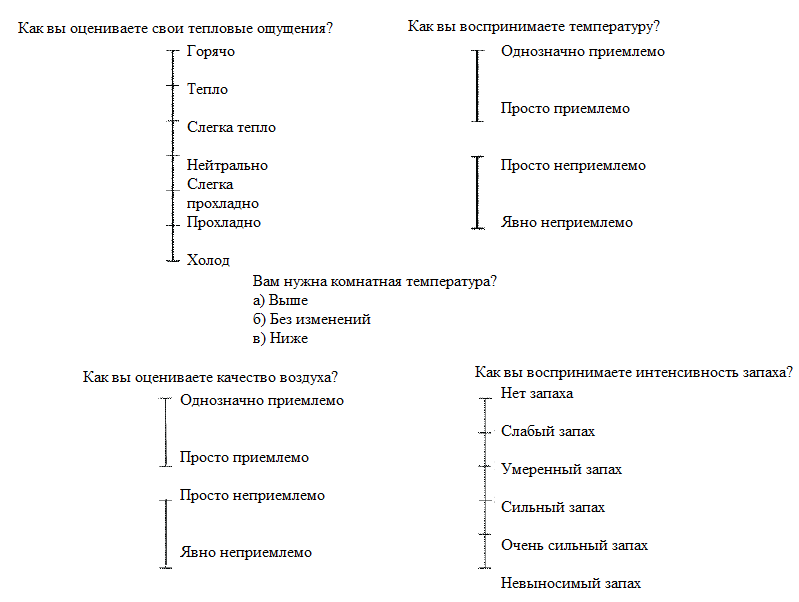
В настоящем примере: 6 % годовых, 12 % месячных и 25 % недельных максимальных отклонений относят здание к категории II.

**Приложение J**

*(информационное)*

**Методики для субъективных оценок**

Субъективные опросники могут быть использованы для оценки внутренней среды. Субъективные шкалы предъявляются жильцам через определенные промежутки времени (ежедневно, еженедельно, ежемесячно и т.д.). Шкалы могут быть представлены в режиме онлайн или выдаваться в виде печатных копий. Опросники следует заполнять в середине утра или в середине дня, а не сразу после прихода или после обеденного перерыва. Результаты могут быть представлены в виде средних значений и/или распределений. На [рисунке J.1](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark105) приведены примеры.



**Рисунок J.1 – Примеры анкет для субъективных оценок**

**Приложение K**

*(информационное)*

**Примеры классификации и сертификации внутренней среды помещений**

**K.1 Общие положения**

Внутренняя среда в здании может быть классифицирована на:

a) критерии, используемые для энергетических расчетов (новые здания);

b) компьютерное моделирование внутренней среды и энергоэффективности в течение всего года (новые и существующие здания);

c) долгосрочное измерение выбранных параметров внутренней среды (существующие здания);

d) субъективные ответы жильцов (существующие здания).

**K.2 Используемые критерии проектирования**

Классификация производится путем демонстрации таблицы с критериями, используемыми для энергетических расчетов, как приведено в примере в [таблице К.1](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark109).

**Таблица K.1 - Пример классификации на основе критериев для энергетических расчетов**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Критерии внутренней среды** | **Категория здания** | **Критерии проектирования** |
| Тепловые условия в зимний период | II | 20 °C - 24 °C |
| Тепловые условия в летний период | III | 22 °C - 27 °C |
| Показатель качества воздуха, CO 2 | II | 500 ч/млн выше внешнего |
| Скорость вентиляции | II | 1 л/см2 |
| Освещение | - | Em > 500 люкс; |
| Акустическая среда | II | Шум в помещении <35 дБ(A) Шум на улице <55 дБ(A) |

**K.3 Компьютерное моделирование внутренней среды и энергоэффективности в течение всего года**

С помощью динамического компьютерного моделирования можно для репрезентативных помещений в здании рассчитать температуру в помещении, скорость вентиляции и/или концентрацию CO2. Затем рассчитывается распределение температур между четырьмя категориями. Это делают путем средневзвешенного по площади этажа для 95 % помещений здания. Пример приведен на [рисунке K.1](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark110). Распределение по различным категориям взвешивается по площади различных помещений в здании.

****

**Рисунок K.1 – Пример классификации по «ареалу» тепловой среды**

**K.4 Долгосрочное измерение отдельных параметров внутренней среды помещений**

Параметры внутренней среды, такие как комнатная температура, скорость вентиляции и/или концентрация CO2, измеряются в репрезентативных помещениях в течение целого года или репрезентативного периода времени. Данные анализируются так же, как в [K.2](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark108) для расчетных значений, и представляются таким же образом ([рис. K.1](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark110)).

**K.5 Субъективные ответы жильцов**

Используя все или некоторые из шкал, рекомендованных в [Приложении М](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark115), жильцов просят заполнить анкеты в репрезентативное время в течение года (сезонное). Процент людей, проголосовавших за приемлемые условия (тепловая среда и качество воздуха), рассчитывается для каждого из репрезентативных помещений в зданиях. Рассчитывается средневзвешенное значение в зависимости от количества людей в различных помещениях, которое используется для классификации. Можно также включить более подробную информацию, показав распределение голосов по 7-балльной шкале тепловых ощущений и показать процент людей, желающих более высокую, без изменений и более низкую температуру в помещении.

Результаты можно представить в виде таблицы, подобной приведенной в [таблице К.2](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark111).

**Таблица K.2 - Примеры использования субъективной реакции в качестве классификации среды в помещении**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Классификация на основе ответов жильцов |  |  |  | **Процент %** | | |  |  |  |
| Люди считают тепловую среду приемлемой |  |  |  |  | 85 |  |  |  |  |
| Люди считают качество воздуха в помещении приемлемым |  |  |  |  | 80 |  |  |  |  |
| Распределение по голосам тепловых ощущений | -3 | -2 | -1 |  | 0 | +1 |  | +2 | +3 |
| 0 | 5 | 10 | | 53 | 20 |  | 10 | 2 |
| Распределение температурных предпочтений | Холоднее | | | Без изменений | | | Теплее | | |
| 20 | | | 75 | | | 5 | | |

**Приложение L**

*(информационное)*

**Рекомендуемые критерии для персонализированных систем**

Индивидуальный набор критериев должен использоваться, когда помещения обслуживаются персонализированными системами (системами микроклиматизации). Такие системы позволяют отдельным жильцам контролировать тепловой комфорт (отопление/охлаждение) и/или качество воздуха (вентиляция) на уровне рабочего места. Иногда также предусматриваются опции контроля над уровнем местного освещения (системы целевого освещения).

В [таблице L.1](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark114) представлены критерии, которые могут быть использованы для проектирования и оценки персонализированных систем. Критерии применимы только к зонам обитания людей (там, где люди сидят/стоят в течение длительного времени). В остальных помещениях (общие зоны) и, например, в зонах циркуляции допускается ослабление требований, поскольку люди будут проводить большую часть времени в зонах обитания. Например, уровни температуры категории III (верхний и нижний пределы), описанные в [таблице B.2](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark43), могут служить в качестве ориентира для тепловой среды в общей зоне.

**Таблица L.1 - Пример критериев для персонализированных систем**

|  |  |
| --- | --- |
| **Аспект** | **Требование** |
| «Температурный» контроль зимой | На уровне рабочей станции (оперативная/эквивалентная) температура регулируется со скоростью реакции не менее 0,5 К/минуту в диапазоне 5 К, от 18 °C до 23 °C |
| «Температурный» контроль летом | На уровне рабочего места (эквивалентная) температура регулируется (со скоростью реакции не менее 0,5 К/минуту в диапазоне 5 К, от 22 °C до 27 °C |
| Управление подачей свежего воздуха | Местная подача свежего воздуха (на каждое рабочее место) регулируется в диапазоне от около 0 до  не менее 7 л/с |
| Обеспечение качества воздуха | Требования, относящиеся к технологии очистки воздуха: см. [приложение K](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark106) |
| Шум при установке | Уровень шума - при максимальной настройке персонализированной системы - не должен составлять  выше 35 дБ(A) |

Контроль температуры зимой можно обеспечить с помощью регулируемых излучающих панелей, столешниц с подогревом, стульев с подогревом, обогревателей для ног и т.д. В этом случае необходимо регулировать не температуру воздуха между 18 °C и 23 °C, а функциональную/эквивалентную температуру, которая корректирует как теплообмен излучением, так и кондуктивную теплопередачу (температура контакта с поверхностью).

Регулирование температуры в летний период также может быть обеспечено (или, по крайней мере, частично) с помощью (с меньшим шагом) регулируемых вентиляторов или регулируемых воздушных заслонок. В этом случае необходимо регулировать не только температуру воздуха, но и скорость воздуха на уровне рабочего места. Диапазон регулирования скорости воздуха от 0 м/с до 1,2 м/с эквивалентен диапазону регулирования температуры от 0 K до -3 K (см. [таблицу B.3](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark44)).

О качестве воздуха в зоне дыхания можно позаботиться с помощью индивидуальной подачи свежего воздуха, индивидуальной очистки воздуха (система рециркуляционной вентиляции, включающая секцию индивидуальной фильтрации) или их комбинации. Более подробную информацию об очистке воздуха см. в [приложении М](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark115).

Вентиляционная часть должна быть спроектирована таким образом, чтобы уровень загрязнения в зоне дыхания был значительно ниже, чем в остальном воздухе помещения. Персональный воздухораспределитель и/или персональный воздухоочиститель должны создавать эффект «воздушного душа» в непосредственной близости от выхода устройства.

Эффективная подача воздуха в зоне дыхания вблизи рта и носа человека, как правило, намного выше при использовании персонализированных систем вентиляции, чем при использовании традиционных смесительных систем в помещении. Это в значительной степени зависит от эффективности вентиляции используемого типа системы.

Вентиляция зоны дыхания *V*(b.z.) может быть рассчитана по формуле (L.1):

*V*(b.z.)= *V* (полное смешивание) \* e(*v*) (L.1)

где

*V* (полное смешивание) - подача свежего воздуха, как указано в EN 16798-3 и EN 16798-4, при условии использования систем полного смешивания;

*e* - эффективность вентиляции.

Вентиляционная эффективность персонализированных систем вентиляции обычно находится в диапазоне от 1,2 до 2,2 при температуре приточного воздуха на 6 К ниже комнатной температуры; в диапазоне от 1,3 до 2,3 при температуре приточного воздуха на 3 К ниже комнатной температуры; и в диапазоне от 1,6 до 3,5 при температуре приточного воздуха, равной комнатной температуре. Если предположить, что средняя эффективность вентиляции равна 2, то это означает, что подача 7 л/с свежего воздуха через индивидуальные системы вентиляции создает такое же качество воздуха в зоне дыхания, как и 14 л/с, подаваемых через систему смешивающей вентиляции в помещении.

**Приложение М**

*(информационное)*

**Рекомендуемые методы замены вентиляционного воздуха путем его очистки**

Очистка воздуха не учитывается в ISO 17772-1, когда ASHRAE 62.1 с помощью аналитической процедуры позволяет учитывать очистку воздуха. Наблюдается повышенный интерес к разработке оборудования для очистки воздуха. Это приемлемый способ уменьшения количества наружного воздуха, экономии энергии и сохранения приемлемого качества воздуха в помещении. Требуются более совершенные методы испытаний воздухоочистителей, поскольку в настоящее время испытания обычно основаны на химических измерениях, а результирующее влияние на запах или воспринимаемое качество воздуха не принимается во внимание. Также важно уточнить, какие именно «загрязнители» следует использовать при тестировании.

Некоторые очистители воздуха хорошо действуют на частицы, биозагрязнения (микроорганизмы - пыльца, плесень, аллергены) и/или ЛОС (выбросы из материалов или в результате проникновения в здание внешних загрязнителей воздуха, таких как ПАУ), но они могут иметь нулевой или даже отрицательный эффект, если источником являются люди (биостоки).

ЛОС могут адсорбироваться на поверхности частиц, действуя как переносчик. Поэтому воздухоочистители, сочетающие технологии фильтрации частиц и газов, представляют интерес для снижения количества ЛОС при одновременной фильтрации частиц.

Все больше развивается методов и продуктов для очистки воздуха от частиц и газовой фазы, включая как фильтры для частиц или адсорбционные фильтры, так и воздухоочистители, использующие химическую реакцию для удаления определенных газов и загрязняющих веществ [фотокаталитическое окисление (PCO), ионизация, УФ-технология и т.д.].

CEN-ISO и ASHRAE разрабатывают стандартные методы испытаний, которые будут измерять эффективность очистки воздуха или эквивалентное количество наружного воздуха под названием Clean Air Delivery Rate, CADR.

Одним из аспектов используемой технологии очистки воздуха является потенциальное выделение в окружающую среду помещений побочных химических продуктов, которые могут быть вредны для жильцов.

Стандарт AFNOR XPB44-200 требует оценки уровня CO, формальдегида, NO2, NO и O-зоны, потенциальных побочных продуктов реакции PCO, как часть процедуры тестирования портативных воздухоочистителей. Имеющуюся информацию и соответствие стандарту необходимо будет получить из технической информации производителя воздухоочистителей.

Работая с классами, один из вариантов может заключаться в том, что даже при очистке воздуха уровень вентиляции должен соответствовать самому низкому классу. Тогда с помощью очистки воздуха можно достичь более высокого класса без увеличения количества наружного воздуха. ISO 17772-1 определяющий качество воздуха в помещении как определенный уровень вентиляции, открывал возможность для частичного использования очистки воздуха в качестве дополнения к наружному воздуху или дополнительной функции для удаления ТЧ и ЛОС.

Одной из серьезных проблем является вентиляция, если здание расположено в районе с плохим качеством наружного воздуха или если есть время суток (например, час пик), когда качество наружного воздуха неприемлемо. В некоторых случаях при таких обстоятельствах лучше даже уменьшить вентиляцию и использовать портативный воздухоочиститель для снижения уровня загрязнения воздуха в помещении, так как принцип разбавления вентиляции в этом случае неприменим.

При эксплуатации устройства очистки воздуха поддержание эффективности работы устройства при открывании дверей или окон, а также при увеличении количества твердых частиц, образующихся в помещении, может быть затруднено, а ожидаемая производительность не будет достигнута, поскольку источники загрязняющих веществ невозможно контролировать.

Для тестирования газофазной очистки воздуха используются известные газы для имитации загрязнения (например, толуол, ацетон и т.д. для имитации ЛОС).

Эффективность очистки воздуха от частиц проверяется по аэрозолю частиц и адаптируется к стандартам EN 779 или EN 1822 для оценки эффективности воздушного фильтра от частиц.

Портативные воздухоочистители, рециркулирующие воздух в помещении, способствуют уменьшению количества существующих аллергенов и микроорганизмов в помещении. Тот же принцип тестирования может быть применен для оценки эффективности устройства против известных аллергенов (например, аллергенов кошек), бактерий и аэрозолей плесени.

Концентрация загрязняющих веществ измеряется до и после воздухоочистителя. Эффективность очистки воздуха, в %, рассчитывается для каждого из испытанных загрязнителей, как в [формуле (М.1)](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark117):



где

 - эффективность очистки воздуха;

 - концентрация газа перед воздухоочистителем;

 - концентрация газа после воздухоочистителя.

Критерии для норм вентиляции, приведенные в [таблице B.3](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark44), в основном основаны на воспринимаемом качестве воздуха PAQ, которое измеряется группой людей. Поэтому также важно иметь возможность проверить эффективность очистки воздуха по отношению к воспринимаемому качеству воздуха. Эффективность очистки воздуха может быть выражена в %, как в [формуле (М.2)](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark118):

 (M.2)

где

- эффективность очистки воздуха для воспринимаемого качества воздуха;



*Q*o - скорость вентиляции с очистителем воздуха, л/с;

*Q*ap- воспринимаемое качество воздуха без очистителя воздуха, деципол;

*PAQ* - скорость вентиляции без очистителя воздуха, л/с;

*PAQ*ap- воспринимаемое качество воздуха без очистителя воздуха, деципол. Коэффициент подачи чистого воздуха, h-1 , рассчитывается по [формуле (M.2)](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark118):

CADR  (M.3)

где

*Q*ap - поток воздуха через воздухоочиститель, л/с;

*V* - объем помещения, м3 .

Если воздухоочиститель был протестирован на основе химических измерений, то ему следует разрешить уменьшить вклад в загрязнение, обусловленный зданием, в соответствии с ISO 17772-1:2017, таблица I.2, с коэффициентом, основанным на измеренной эффективности очистки воздуха и выраженным в л/с на м2 , как показано в [формуле (M.4):](file:///C:\Users\acer\Downloads\125-2%20ru.docx#bookmark119)

**(M.4)

Если эффективность составляет 50 %, то вклад здания в соответствии с ISO 17772-1:2017 (I.2) уменьшается вдвое, что означает, что категория здания может быть изменена с малозагрязняющей на очень малозагрязняющую.

Для портативного комнатного воздухоочистителя важными аспектами являются также энергопотребление и шум, поэтому необходимо обращать внимание на уровень шума работающего устройства. Действующий стандарт, разработанный ISO, а также существующий стандарт AFNOR XPB44-200 определяют шум и энергопотребление как дополнительные критерии эффективности воздухоочистителя.

**Приложение N**

*(информационное)*

**Критерии ВОЗ для здоровья в закрытых помещениях**

Научные данные о влиянии загрязнения воздуха в помещениях на здоровье человека заставили ВОЗ, Европейскую комиссию и государства-члены определить рекомендуемые рекомендации или предельные значения для большинства вредных загрязнителей воздуха.

Наряду с критериями комфорта, такими как влажность, запахи, восприятие и CO2, пороговые уровни загрязнителей воздуха в помещении также учитываются для определения уровня качества воздуха в помещении.

Загрязнители воздуха из внешних источников влияют на качество воздуха в помещении. Их измерение дает ценную информацию для определения их источника, уровня и мер, которые необходимо принять для борьбы с ними. Оценка концентрации загрязнителей воздуха после вмешательства оценивает результат общих стратегий, реализованных для улучшения качества воздуха в помещении.

Значения руководящих принципов ВОЗ по качеству воздуха могут рассматриваться как эталон качества воздуха в помещениях, если в отношении загрязнителей окружающего воздуха не существует других руководящих принципов или национальных рекомендаций по качеству воздуха в помещениях. В связи с воздействием на здоровье, подтвержденным при более низких концентрациях, чем существующие предельные значения, и канцерогенным эффектом, уровень ПАУ, частиц, бензола всегда должен быть как можно ниже. Применимые меры по борьбе с загрязнителями внешнего воздуха описаны в стандарте EN 16798-3, который содержит дополнительные указания по выбору соответствующих воздушных фильтров в зависимости от расположения здания и качества внешнего воздуха для систем механической вентиляции.

В случае специфического загрязнения воздуха в помещении следует адаптировать скорость вентиляции для оптимизации разбавляющего эффекта вентиляции и рассмотреть дополнительные стратегии очистки воздуха.

***Библиография***

[1]  ISO 779, *Particulate air filters for general ventilation — Determination of the filtration performance (Фильтры для очистки воздуха от твердых частиц для общей вентиляции. Определение эффективности фильтрации)*

[2]  ISO 1822-1, *High efficiency air filters (EPA, HEPA and ULPA) — Part 1: Classification, performance testing, marking (Высокоэффективные фильтры очистки воздуха ЕРА, НЕРА и ULPA» состоит из следующих частей: - часть 1. Классификация, методы испытаний, маркировка)*

[3]  *ISO 52000-1:2017, Energy performance of buildings — Overarching EPB assessment — Part 1: General framework and procedures (Энергоэффективность зданий. Комплексная оценка EPB. Часть 1. Общая структура и процедуры)*

[4] AFNOR XP B44-200, *Épurateurs d’air autonomes pour applications tertiaires et résidentielles — Méthode d’essais — Performances intrinsèques (Независимые воздухоочистительные установки для третичного сектора бытовых условий. Методы испытаний. Внутренние характеристики)*

[5] ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2016, *Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality (Вентиляция для приемлемого качества воздуха в помещениях)*

[6] ANSI/ASHRAE Standard 55-2016, *Thermal Comfort Conditions for Human Occupancy (Условия теплового комфорта для обитания человека)*

[7] ANSI/ASHRAE Standard 62.2-2007, *Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality in Low-Rise Residential Buildings (Вентиляция и приемлемое качество воздуха в помещениях в малоэтажных жилых зданиях)*

[8] Handbook ASHRAE 2005 Fundamentals, Chapter 8. 2005. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., Atlanta, GA 30329 (Справочник ASHRAE 2005 Fundamentals, глава 8. 2005. Американское общество инженеров по отоплению, охлаждению и кондиционированию воздуха, Inc., Атланта, GA 30329)

[9] Bakó-Biró Z., Wargocki P., Weschler C.J., Fanger P.O. 2004. Effects of Pollution from Personal Computerson Perceived Air Quality, SBS Symptoms and Productivity in Offices. Indoor Air 13:178–87 (БАКО-БИРО З., ВАРГОЦКИ П., ВЕШЛЕР С.Дж., ФАНГЕР П.О. 2004. Влияние загрязнения персональными компьютерами на качество воздуха, симптомы SBS и производительность в офисах. Воздух в помещении 13:178-87)

[10] Bekö G., Clausen G., Weschler C.J. 2008. Sensory Pollution from Bag Filters, Carbon Filters and Combinations. Indoor Air 18:27–36 (БЕКО Г., КЛАУЗЕН Г., ВЕШЛЕР К.Дж. 2008. Сенсорное загрязнение от рукавных фильтров, угольных фильтров и их комбинаций. Воздух в помещении 18:27-36)

[11] Berg-Munch B., Clausen G.H., Fanger P.O. 1986. Ventilation requirements for the control of body odor in spaces occupied by women. Environ. Int. 12:195–200 (БЕРГ-МУНК Б., КЛАУЗЕН Г.Х., ФАНГЕР П.О. 1986. Требования к вентиляции для контроля запаха тела в помещениях, занимаемых женщинами. Environ. Int. 12:195-200)

[12] Berg-Munch B., & Fanger P.O. 1982. The influence of air temperature on the perception of body odour. Environment International 8:333-335 (БЕРГ-МУНК Б., ФАНГЕР П.О. 1982. Влияние температуры воздуха на восприятие запаха тела. Международная экологическая организация 8:333-335)

[13] Bluyssen P.M., Fernandes E.O., Groes L., Clausen G., Fanger P.O., Valbjorn O., Bernhard C.A., Roulet C.A. 1996. European Indoor Air Quality Audit Project in 56 Office Buildings. Indoor Air 6:221–38 (БЛЮЙССЕН П.М., ФЕРНАНДЕС Э.О., ГРОЕС Л., КЛАУЗЕН Г., ФАНГЕР П.О., ВАЛБЬОРН О., БЕРНХАРД К.А., РУЛЕ К.А. 1996. Европейский проект аудита качества воздуха в помещениях в 56 офисных зданиях. Воздух в помещении 6:221-38)

[14] Cain W.S. 1983. Ventilation requirements in buildings — I. Control of occupancy odor and tobacco smoke odor. Atmos. Environ 17(6):1183–97 (КЕЙН В.С. 1983. Требования к вентиляции в зданиях - I. Контроль запаха помещений и запаха табачного дыма. Atmos. Environ 17(6):1183-97)

[15] Cain W.S., & Cometto-Muñiz J.E. 1995. Irritation and odor as indicators of indoor pollution. Occupational Medicine 10(1):133–135 (КЕЙН В.С., И КОМЕТТО-МУНИС ДЖ.Е. 1995. Раздражение и запах как индикаторы загрязнения помещений. Медицина труда 10(1):133-135)

[16] Cometto-Muñiz J.E., & Cain W.S. 1994. Perception of Odor and Nasal Pungency from Homologous Series of Volatile Organic Compounds. Indoor Air 4:140–45 (КОМЕТТО-МУНИЗ Ж.Е., И КАЙН В.С. 1994. Восприятие запаха и резкость в носу от гомологичных серий летучих органических соединений. Воздух в помещении 4:140-45)

[17] Cometto-Muñiz J.E., & Cain W.S. 1995. Olfactory adaptation. In Handbook of olfaction and gustation, Doty R.L. ed. Marcel Dekker, New York (КОМЕТТО-МУНИЗ Ж.Е., И КАЙН В.С. 1995. Обонятельная адаптация. В Справочнике по обонянию и вкусовым ощущениям, Доти Р.Л. ред. Марсель Деккер, Нью-Йорк)

[18] de Dear R.J., & Brager G.S. 1998. Developing an Adaptive Model of Thermal Comfort and Preference. ASHRAE Transactions 104(1):145–67 (ДЕ ДАР Р.Ж., И БРАГЕР Г.С. 1998. Разработка адаптивной модели теплового комфорта и предпочтение. ASHRAE Transactions 104(1):145-67)

[19] Fang L., Clausen G., Fanger P.O. 1998a. Impact of Temperature and Humidity on the Perception of Indoor Air Quality. Indoor Air 8:80–90 (ФАНГ Л., КЛАУЗЕН Г., ФАНГЕР П.О. 1998a. Влияние температуры и влажности на восприятие качества воздуха в помещении. Воздух в помещении 8:80-90)

[20] European collaborative action urban air, indoor environment and human exposure. Environment and Quality of Life. Report No 30 Guidelines for health-based ventilation in Europe (HealthVent) (Европейские совместные действия по городскому воздуху, внутренней среде и воздействию на человека. Окружающая среда и качество жизни. Отчет № 30 Руководство по вентиляции, основанной на здоровье, в Европе (HealthVent))

[21] Fang L., Clausen G., Fanger P.O. 1998b. Impact of Temperature and Humidity on Perception of Indoor Air Quality During Immediate and Longer Whole-Body Exposures. Indoor Air 8:276–84 (ФАНГ Л., КЛАУЗЕН Г., ФАНГЕР П.О. 1998b. Влияние температуры и влажности на восприятие качества воздуха в помещении при немедленном и длительном воздействии на все тело. Воздух в помещении 8:276-84)

[22] Fanger P.O., & Berg-Munch B. 1983. Ventilation and body odor. In Proceedings of an Engineering Foundation Conference on Management of Atmospheres in Tightly Enclosed Spaces. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. pp. 45–50 (ФАНГЕР П.О., И БЕРГ-МУНК Б.. 1983. Вентиляция и запах тела. В материалах конференции Инженерного фонда по управлению атмосферой в плотно закрытых помещениях. Атланта: Американское общество инженеров по отоплению, охлаждению и кондиционированию воздуха, Inc. стр. 45-50)

[23] Fanger P.O. 1988. Introduction of the olf and decipol units to quantify air pollution perceived by humans indoors and outdoors. Energy and Buildings 12:1–6 (ФАНГЕР П.О. 1988. Введение единиц olf и decipol для количественной оценки загрязнения воздуха, воспринимаемого человеком в помещении и на улице. Энергия и здания 12:1-6)

[24] Fanger P.O., Lauridsen J., Bluyssen P., Clausen G. 1988. Air pollution sources in offices and assembly halls quantified by the olf unit. Energy and Buildings 12:7–19 (ФАНГЕР П.О., ЛАУРИДСЕН Ж., БЛЮЙССЕН П., КЛАУЗЕН Г.. 1988. Источники загрязнения воздуха в офисах и актовых залах, количественно оцененные с помощью прибора olf. Энергия и здания 12:7-19)

[25] Gunnarsen L. 1997. The influence of area-specific rate on the emissions from construction products. Indoor Air 7:116–120 (Гуннарсен Л. 1997. Влияние специфической для района нормы на выбросы от строительной продукции. Воздух в помещениях 7:116-120)

[26] Gunnarsen L., & Fanger P.O. 1992. Adaptation to indoor air pollution. Energy and Buildings 18:43–54 (ГУННАРСЕН Л., и ФАНГЕР П.О. 1992. Адаптация к загрязнению воздуха в помещении. Энергия и здания 18:43-54)

[27] Humphreys M.A., & Nicol J.F. 1998. Understanding the Adaptive Approach to Thermal Comfort, ASHRAE Transactions 104(1): 991–1004 (ХАМФРИС М.А., И НИКОЛ ДЖ.Ф. 1998. Понимание адаптивного подхода к тепловому режиму комфорта, ASHRAE Transactions 104(1): 991-1004)

[28] Iwashita G., & Kimura K. 1989. Pilot study on addition of old units for perceived air pollution sources, pp. 321–24. Proceedings of SHASE Annual Meeting. Tokyo: Society of Heating, Air- Conditioning and Sanitary Engineers of Japan (ИВАСИТА Г., И КИМУРА К. 1989. Экспериментальное исследование по добавлению старых агрегатов для предполагаемых источников загрязнения воздуха, стр. 321-24. Труды ежегодного собрания SHASE. Токио: Общество инженеров по отоплению, кондиционированию воздуха и санитарии Японии)

[29] Iwashita G., Kimura K., Tanabe S., Yoshizawa S., Ikeda K. 1990. Indoor air quality assessment based on human olfactory sensation. Journal of Architecture, Planning and Environmental Engineering 410:9–19 (ИВАСИТА Г., КИМУРА К., ТАНАБЕ С., ЁСИЗАВА С., ИКЕДА К. 1990. Оценка качества воздуха в помещении на основе обонятельных ощущений человека. Журнал архитектуры, планирования и экологической инженерии 410:9-19)

[30] Knudsen H.N., Valbjørn O., Nielsen P.A. 1998. Determination of exposure-response relationships for emissions from building products. Indoor Air 8(4):264–275 (КНУДСЕН Х.Н., ВАЛБЬОРН О., НИЛЬСЕН П.А. 1998. Определение зависимости «экспозиция-ответ» для выбросов от строительных изделий. Воздух в помещении 8(4):264-275)

[31] Nicol F, Humphreys M.A., Roaf S. 2012. Adaptive thermal comfort: principles and practice. London, Routledge/Taylor & Francis (НИКОЛЬ Ф, ХАМФРИС М.А., РОАФ С. 2012. Адаптивный тепловой комфорт: принципы и практика. Лондон, Routledge/Taylor & Francis)

[32] Nicol F, Humphreys M.A., Roaf S. 2015. Adaptive thermal comfort: foundations and analysis. London, Routledge/Taylor & Francis (НИКОЛЬ Ф, ХАМФРИС М.А., РОАФ С. 2015. Адаптивный тепловой комфорт: основы и анализ. Лондон, Routledge/Taylor & Francis)

**Приложение В.А**

*(информационное)*

**Сведения о соответствии национального стандарта ссылочному  
международному стандарту**

**Таблица В.А.1 – Сведения о соответствии стандартов ссылочным международным, региональным стандартам, стандартам иностранных государств**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Обозначение и наименование европейского стандарта | Степень соответствия | Обозначение и наименование национального стандарта, межгосударственного стандарта |
| ISO 17772-1 Энергоэффективность зданий. Качество окружающей среды внутри помещения. Часть 1. Входные параметры окружающей среды внутри помещения для проектирования и оценки энергоэффективности зданий | IDT | СТ РК ISO 17772-1 Энергетические характеристики зданий. Качество окружающей среды внутри помещений. Часть 1. Входные параметры окружающей среды внутри помещений для проектирования и оценки энергетических характеристик зданий\* |

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\*на стадии разработки

|  |
| --- |
| **МКС 91.120.10 (IDT)**  **Ключевые слова:** система вентиляции, входные параметры, жилые здания, освещение, тепловая среда, влажность |

|  |
| --- |
| **МКС 91.120.10 (IDT)**  **Ключевые слова:** система вентиляции, входные параметры, жилые здания, освещение, тепловая среда, влажность |

**РАЗРАБОТЧИК**

РГП на ПХВ «Казахстанский институт стандартизации и метрологии» Комитета технического регулирования и метрологии Министерства торговли и интеграции Республики Казахстан

|  |  |
| --- | --- |
| **Заместитель Генерального директора** | **Амирханова Е.М.** |
| **Руководитель Департамента разработки нормативных технических документов** | **Сопбеков А.Н.** |
| **Ведущий специалист Департамента разработки нормативных технических документов** | **Нығыметуллақызы Ә.** |