**Министерство строительства
и жилищно-коммунального хозяйства
Российской Федерации**

**Федеральное автономное учреждение
«Федеральный центр нормирования, стандартизации
и оценки соответствия в строительстве»**

# МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ МИНИМАЛЬНОГО ВОЗДУХООБМЕНА В ПОМЕЩЕНИЯХ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

**Москва 2018 г.**

gost.e-ecolog.ru

## Содержание

Введение ... 6
1 Область применения ... 7
2 Нормативные ссылки ... 8
3 Термины и определения ... 10
4 Общие положения ... 13
5 Методика определения минимального воздухообмена на основе удельных норм и кратностей воздухообмена ... 15
6 Методика определения минимального воздухообмена на основе расчета обеспечения допустимых концентраций вредных веществ и удаления вредных выделений ... 19
7 Изменение воздухообмена в суточном и годовом циклах ... 26
8 Требования к конструктивным решениям ... 28
Приложение А (справочное) Классификация, эффективность и проскок EPA, HEPA и ULPA фильтров ... 30
Приложение Б (справочное) Удельные нормы и кратности воздухообмена в помещениях жилых зданий ... 31
Приложение В (справочное) Удельные нормы и кратности воздухообмена в помещениях зданий учебно-воспитательного назначения ... 32
Приложение Г (справочное) Удельные нормы и кратности воздухообмена в помещениях зданий и сооружений для культурно-досуговой деятельности населения ... 34
Приложение Д (справочное) Удельные нормы и кратности воздухообмена в помещениях административно-бытовых зданий ... 36
Приложение Е (справочное) Удельные нормы и кратности воздухообмена в помещениях зданий здравоохранения и социального обслуживания населения ... 38
Приложение Ж (справочное) Пример расчета минимального воздухообмена в квартире жилого дома ... 47

Приложение И (справочное) Эффективность воздухообмена ..... 49
Приложение К (справочное) Эффективность удаления вредных веществ..... 50
Приложение Л (справочное) Пример расчета минимального воздухообмена в помещении школьной лаборатории ..... 51
Приложение М (справочное) Методика определения необходимого расхода наружного воздуха с учетом концентрации углекислого газа в наружном воздухе и эффективности воздухораспределения в помещении согласно ГОСТ 30494 ..... 52
Приложение Н (справочное) Количество теплоты и влаги, выделяемых людьми ..... 54
Приложение П (справочное) Эффективность удаления теплоизбытков..... 55
Приложение Р (справочное) Пример формы для составления типовых профилей режимов эксплуатации помещений жилых и общественных зданий..... 56
Приложение С (справочное) Форма для составления типовых профилей воздухообмена для помещений жилых и общественных зданий57
Приложение Т (справочное) Пример расчета минимального воздухообмена офисных помещений на основе типового профиля ..... 58
Библиография ..... 60

**Введение**

Разработка методических рекомендаций направлена на реализацию Градостроительного кодекса Российской Федерации, Федерального закона от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», Федерального закона от 30 декабря 2009 г. №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», Федерального закона от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Методические рекомендации разработаны в развитие положений СП 60.13330.2016 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» для реализации проектировщиками требований, заложенных в действующих нормативных правовых актах и документах по стандартизации, и содержит рекомендации по определению минимального воздухообмена в помещениях жилых и общественных зданий при проектировании систем вентиляции, оценке эффективности воздухообмена и эффективности удаления вредных веществ.

В настоящих методических рекомендациях содержатся методики расчета минимального воздухообмена, достаточного для обеспечения в помещении допустимого качества воздуха:

- методика на основе удельных норм и кратностей воздухообмена;

- методика на основе расчета допустимых концентраций вредных веществ и определения вредных выделений.

Настоящие методические рекомендации содержат методику учета почасовых изменений минимального воздухообмена в зависимости от изменения режимов эксплуатации помещений жилых и общественных зданий в суточном и годовом циклах.

В приложениях к методическим рекомендациям справочно приведены удельные нормы и кратности воздухообмена в помещениях жилых зданий, зданий и сооружений для культурно-досуговой деятельности населения, административно-бытовых зданий, зданий здравоохранения и социального

обслуживания, установленные в действующих нормативных правовых актах и документах по стандартизации.

Методические рекомендации направлены на снижение затрат тепловой и электрической энергии на вентиляцию за счет учета почасовых изменений величины минимального воздухообмена в суточном и годовом циклах с учетом изменения режимов эксплуатации помещений.

Методические рекомендации разработаны авторским коллективом специалистов НП «АВОК» в составе: доктор техн. наук Ю.А. Табунщиков, канд. техн. наук М.М. Бродач, А.Н. Колубков, канд. техн. наук Ю.В. Миллер, С.В. Миронова, канд. техн. наук Н.В. Шилкин, Н.А. Шонина.

## 1 Область применения

1.1 Настоящие методические рекомендации содержат рекомендации по определению минимального воздухообмена и распространяются на помещения вновь возводимых, реконструируемых, модернизируемых или капитально ремонтируемых жилых и общественных зданий, а также при восстановительном ремонте.

1.2 В настоящих методических рекомендациях приведены методики для расчета минимального воздухообмена, достаточного для обеспечения в помещении допустимого качества воздуха, в том числе с учетом почасовых изменений режимов эксплуатации помещений.

Методика на основе удельных норм подачи наружного воздуха и кратностей воздухообмена применяется для помещений, в которых отсутствуют выделения вредных веществ и вредные выделения: необходимое качество воздуха обеспечивается за счет подачи в помещение определенного количества наружного воздуха в зависимости от назначения помещения и режима его эксплуатации.

Методика на основе расчета допустимых концентраций вредных веществ и определения вредных выделений применяется для помещений, в которых присутствуют выделения вредных веществ и/или вредные выделения: необходимое качество воздуха обеспечивается за счет подачи в помещение определенного количества наружного воздуха в зависимости от концентрации и характера загрязняющих веществ и вредных выделений в помещении.

## 2 Нормативные ссылки

В настоящих методических рекомендациях использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 12.1.003–2014 «Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности»;

ГОСТ 30494–2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»;

ГОСТ 12.4.021–75* «Система стандартов безопасности труда. Системы вентиляции. Общие требования»;

ГОСТ Р ЕН 1822-1–2010 «Высокоэффективные фильтры очистки воздуха EPA, HEPA и ULPA. Часть 1. Классификация, методы испытаний, маркировка»;

СП 2.13130.2012 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты»;

СП 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям»;

СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности»;

СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности»;

СП 50.13330.2012 «СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий»;

СП 51.13330.2011 «СНиП 23-03-2003 Защита от шума»;

СП 54.13330.2016 «СНиП 31-01-2003 Здания жилые многоквартирные»;

СП 60.13330.2016 «СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»;

СП 117.13330.2011 «Общественные здания административного назначения»;

СП 118.13330.2012 «СНиП 31-06-2009 Общественные здания и сооружения»;

СП 131.13330.2012 «СНиП 23-01-99*Строительная климатология»;

СП 160.1325800.2014 «;Здания и комплексы многофункциональные. Правила проектирования»;

СП 253.1325800.2016 «Инженерные системы высотных зданий»;

СП 271.1325800.2016 «Системы шумоглушения воздушного отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Правила проектирования».

Примечание – При пользовании настоящими методическими рекомендациями целесообразно проверить действие ссылочных стандартов (сводов правил и/или классификаторов) в информационной системе общего пользования – на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячно издаваемого информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт (документ), на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта (документа) с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт (документ), на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта (документа) с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт (документ), на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт (документ) отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку. Сведения о действии сводов правил можно проверить в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.

## 3 Термины и определения

В настоящих методических рекомендациях применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **биоэфлюенты:** Загрязняющие вещества, поступающие от людей, домашних животных, птиц и т. п., такие как запах, углекислый газ, твердые частицы поверхности кожи, волосы и т. п.

3.2

**вентиляция:** Организация естественного или искусственного обмена воздуха в помещениях для удаления избытков теплоты, влаги, вредных и других веществ с целью обеспечения допустимого микроклимата и качества воздуха в обслуживаемой или рабочей зонах.

[СП 60.13330.2016, пункт 3.2]

3.3 **естественная вентиляция:** Вентиляция, осуществляемая под действием разности температур наружного и внутреннего воздуха (тепловой напор, гравитационное давление) и действия ветра (ветровой напор).

3.4 **механическая вентиляция:** Вентиляция, осуществляемая при помощи комплекса технических средств с применением вентиляторов.

3.5

**вредные вещества:** Вещества, для которых органом санитарно-эпидемиологического надзора установлена предельно допустимая концентрация (ПДК) вредного вещества.

[СП 60.13330.2016, пункт 3.6]

3.6 **вредные выделения:** Потоки теплоты и/или влаги, поступающие в помещение и отрицательно влияющие на параметры микроклимата.

3.7

**допустимое качество воздуха:** Состав воздуха в помещении, при котором при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивается допустимое состояние организма человека.

[ГОСТ 30494–2011, статья 2.2.3]

3.8

**избытки явной теплоты:** Разность тепловых потоков, поступающих в помещение и уходящих из него при расчетных параметрах наружного воздуха (после осуществления технологических и строительных мероприятий по уменьшению теплопоступлений от оборудования, трубопроводов и солнечной радиации) и ассимилируемых воздухом систем вентиляции и кондиционирования.

[СП 60.13330.2016, пункт 3.16]

3.9

**качество воздуха:** Состав воздуха в помещении, при котором при длительном воздействии на человека обеспечивается оптимальное или допустимое состояние организма человека.

[ГОСТ 30494–2011, статья 2.2.1]

3.10 **концентрация:** Отношение количества (массы, объема и т. п.) одного компонента к количеству (массе, объему и т.п.) смеси компонентов.

3.11 **кратность воздухообмена:** Отношением объема, поступающего или удаляемого воздуха в течение 1 часа, к расчетному объему помещения.

Примечание – Расчетный объем помещений не включает в себя объем, занимаемый внутренними ограждающими конструкциями здания, и ограничен внутренними поверхностями ограждающих конструкций помещения.

3.12

**местный отсос:** Устройство для улавливания вредных и взрывоопасных газов, пыли, аэрозолей и паров (зонт, бортовой отсос, вытяжной шкаф, кожух-воздухоприемник и т. п.) у мест их образования (станок, аппарат, ванна, рабочий стол, камера, шкаф и т. п.), присоединяемое к воздуховодам систем местных отсосов и являющееся, как правило, составной частью технологического оборудования.

[СП 60.13330.2016, пункт 3.21]

3.13 **микроорганизмы:** Бактерии, грибки и одноклеточные.

3.14

**микроклимат помещения:** Состояние внутренней среды помещения, оказывающее воздействие на человека, характеризуемое показателями температуры воздуха и ограждающих конструкций, влажностью и подвижностью воздуха.

[ГОСТ 30494-2011, статья 2.4]

3.15

**обслуживаемая зона помещения (зона обитания):** Пространство в помещении, ограниченное плоскостями, параллельными полу и стенам: на высоте 0,1 и 2,0 м над уровнем пола для людей стоящих или двигающихся и высотой 1,5 м над уровнем пола для сидящих людей (но не ближе чем 1 м от потолка при потолочном отоплении), на расстоянии 0,5 м от внутренних поверхностей наружных и внутренних стен, окон и отопительных приборов.

[СП 60.13330.2016, пункт 3.22]

3.16 **очистка воздуха:** Удаление из воздуха загрязняющих веществ.

3.17

**помещение без естественного проветривания**: Помещение без открываемых окон или проемов в наружных стенах или помещение с открываемыми окнами (проемами) в наружных стенах, расположенных на расстоянии от внутренних стен, превышающем пятикратную высоту

помещения.

[СП 60.13330.2016, пункт 3.25]

3.18

**помещение, не имеющее выделений вредных веществ:** Помещение, в котором из технологического и другого оборудования частично выделяются в воздух вредные вещества в количествах, не создающих (в течение смены) концентраций, превышающих ПДК в воздухе рабочей зоны

[СП 60.13330.2016, пункт 3.26]

3.19

**рециркуляция воздуха:** Подмешивание воздуха помещения к наружному воздуху и подача этой смеси в данное или другие помещения (после очистки или тепловлажностной обработки); рециркуляцией не является перемешивание воздуха в пределах одного помещения, в том числе сопровождаемое нагреванием (охлаждением) отопительными агрегатами, вентиляторными и эжекционными доводчиками, вентиляторами-веерами и др.

[СП 60.13330.2016, пункт 3.31]

3.20

**система местных отсосов:** Система местной вытяжной вентиляции, к воздуховодам которой присоединяются местные отсосы.

[СП 60.13330.2016, пункт 3.34]

3.21 **типовой профиль режима эксплуатации помещения:** Набор почасовых изменений параметров режима эксплуатации помещения в течение суток.

3.22 **типовой профиль минимального воздухообмена:** Набор почасовых изменений величины минимального воздухообмена в течение суток.

## 4 Общие положения

4.1 Минимальный воздухообмен, достаточный для поддержания в обслуживаемых зонах помещений допустимого качества воздуха, следует обеспечивать системой естественной или механической вентиляции путем подачи наружного воздуха и удаления внутреннего воздуха, ассимилировавшего вредные вещества и выделения в помещениях.4.2 Системы естественной и механической вентиляции, обеспечивающие допустимое качество воздуха в помещениях жилых и общественных зданий, должны соответствовать требованиям, установленным в ГОСТ 12.1.003, ГОСТ 12.4.021, ГОСТ 30494, СП 2.13130, СП 4.13130, СП 7.13130, СП 12.13130, СП 50.13330, СП 51.13330, СП 54.13330, СП 117.13330, СП 118.13330, СП 160.1325800, СП 253.1325800, СП 271.1325800, СанПиН 2.1.2.2645-10 [1].

4.3 Качество воздуха помещений должно соответствовать требованиям ГОСТ 30494.

4.4 Допустимое качество воздуха в обслуживаемых зонах помещений следует обеспечивать при всех режимах использования помещений и соответствующих им режимах работы системы вентиляции.

4.5 Схема организации воздухообмена в помещениях должна обеспечивать распространение приточного воздуха, исключающее его поступление через зоны с большим загрязнением в зоны с меньшим загрязнением.

4.6 Помещения, оборудованные вытяжными системами вентиляции (кухни, ванные комнаты, туалеты и т. п.), для компенсации удаляемого воздуха могут использовать воздух, подаваемый через прилегающие помещения через переточные решетки в ограждениях или подрезы дверных проемов.

4.7 Качество приточного воздуха должно удовлетворять требованиям ГН 2.1.6.3492-17 [2] и ГН 2.1.6.2309-07 [3].

4.8 Концентрации вредных веществ в воздухе помещений не должны превышать уровень ПДК, установленный в ГН 2.1.6.3492-17 [2] и ГН 2.1.6.2309-07 [3].

4.9 Стационарные источники вредных веществ и/или вредных выделений следует оборудовать местными отсосами. При выборе технологического оборудования предпочтительно использование установок со встроенными воздушными укрытиями, которые обеспечивают удаление воздуха с вредными веществами и/или выделениями либо очистку воздуха от вредных веществ и вредных выделений.

## 5 Методика определения минимального воздухообмена на основе удельных норм и кратностей воздухообмена

5.1 Данная методика устанавливает:

- допустимое качество наружного воздуха, определяемое величиной ПДК вредных веществ в наружном воздухе;

- способы обработки наружного воздуха в случае необходимости;

- удельные нормы и кратности воздухообмена в помещениях жилых и общественных зданий.

5.2 Концентрация вредных веществ в наружном (атмосферном) воздухе, используемом для вентиляции, не должна превышать ПДК в воздухе населенных мест, установленных в ГН 2.1.6.3492-17 [2] и ГН 2.1.6.2309-07 [3].

При совместном присутствии в атмосферном воздухе нескольких вредных веществ, обладающих суммацией действия, сумма их относительных концентраций, рассчитанная по формуле (1), не должна превышать 1:

$$\sum_1^n \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \leq 1 \ , \qquad (1)$$

где $C_i$ – величина концентрации $i$-го вредного вещества в наружном воздухе, мг/м$^3$.

Перечень веществ, обладающих эффектом суммации, приведен в ГН 2.1.6.3492-17 [2].

5.3 При превышении предельно допустимых концентраций в наружном воздухе, установленных в ГН 2.1.6.3492-17 [2] и ГН 2.1.6.2309-07 [3], должны быть приняты меры по устранению источников выделения вредных веществ или, при невозможности их устранения, должна быть предусмотрена очистка приточного воздуха до предельно допустимых концентраций вредных веществ.

Классификация, эффективность и проскок EPA, HEPA и ULPA фильтров в соответствии с ГОСТ Р ЕН 1822-1 справочно приведены в приложении А.

5.4 Для обеспечения допустимого качества воздуха в помещении должны

соблюдаться удельные нормы и кратности воздухообмена, указанные в приложениях Б – Е.

Примечание – Удельные нормы и кратности воздухообмена установлены таким образом, что при подаче наружного воздуха требуемого качества происходит разбавление биоэфлюентов человека (твердых частиц, запахов и других загрязняющих веществ, характерных для помещений, представленных в таблицах) и достигается допустимое качество воздуха в помещениях.

5.5 Удельные нормы воздухообмена могут быть представлены следующими размерностями:

- $м^3$ приточного или удаляемого воздуха в час на 1 человека или оборудование ($м^3$/ч на человека или единицу оборудования);

- $м^3$ приточного или удаляемого воздуха в час на 1 $м^2$ площади пола помещения ($м^3$/(ч $м^2$) площади помещения);

Кратность воздухообмена определяется отношением объема поступающего или удаляемого воздуха в течение 1 часа к расчетному объему помещения, $ч^{-1}$.

В случаях, когда для помещения установлены удельные нормы воздухообмена в виде $м^3$/ч на 1 $м^2$ площади пола помещения или кратность воздухообмена, при этом известно ожидаемое число людей в рассматриваемом помещении, минимальный воздухообмен для такого помещения следует определять в соответствии с нормами воздухообмена на одного человека для ожидаемого числа людей в помещении.

5.6 Удельные нормы и кратность воздухообмена не могут быть уменьшены при использовании рециркуляционного воздуха.

5.7 Для обеспечения нормируемой кратности воздухообмена в помещении расчет количества приточного или удаляемого воздуха $L_{п,кр}$, $м^3$/ч, следует выполнять по формуле

$$L_{п,кр} = n \cdot V_p, \qquad (2)$$

где $n$ – нормируемая кратность воздухообмена, $ч^{-1}$;

$V_p$ – объем помещения, м$^3$.

Примечания

1 Для помещений, имеющих высоту 6 м и более, расчетный объем помещения следует принимать равным величине $6A_p$, где $A_p$ – расчетная площадь помещения, ограниченная внутренними поверхностями ограждающих конструкций, м$^2$.

2 Расчетный объем помещений не включает в себя объем, занимаемый внутренними ограждающими конструкциями здания, и ограничен внутренними поверхностями ограждающих конструкций помещения.

5.8 Для обеспечения удельных норм воздухообмена расчет количества приточного или удаляемого воздуха $L_{п,норм}$, м$^3$/ч, следует выполнять по формулам

$$L_{п,норм} = A_p \cdot k, \quad (3)$$

$$L_{п,норм} = N \cdot m, \quad (4)$$

где $A_p$ – расчетная площадь помещения, м$^2$;

$N$ – количество людей (посетителей), рабочих мест, единиц оборудования;

$k$ – нормируемый расход приточного или удаляемого воздуха на 1 м$^2$ пола помещения, м$^3$/(ч·м$^2$);

$m$ – нормируемый удельный расход приточного или удаляемого воздуха, м$^3$/ч, на одного человека (посетителя), на одно рабочее место, или единицу оборудования.

5.1.9 Пример расчета минимального воздухообмена на основе удельных норм и кратностей приведен в приложении Ж.

5.1.10 Показатель эффективности воздухообмена в помещении $\varepsilon$, %, в котором отсутствуют источники выделения вредных веществ, определяют по формуле

$$\varepsilon = \frac{\tau_в}{2 \cdot \bar{\tau}} \cdot 100\ , \quad (5)$$

где $\tau_в$ – средний возраст воздуха вблизи вытяжного устройства помещения, ч, является минимально возможным временем замены воздуха в помещении и определяется по формуле

$$\tau_в = \frac{V_p}{L}\ , \quad (6)$$

где $V_p$ – то же, что в формуле (2);

$L$ – расход приточного воздуха помещения, м$^3$/ч;

$\bar{\tau}$ – средний возраст воздуха помещения, равный половине времени, за которое воздух в помещении полностью заменится на свежий, (ч). Время, за которое воздух в помещении полностью заменится на свежий, можно определить при помощи замера концентраций трассирующего газа.

Чем меньше величина среднего возраста воздуха в помещении, тем эффективнее система воздухообмена.

При полном перемешивании воздуха в помещении средний возраст воздуха в любой точке внутри помещения должен быть одинаковым во всем пространстве помещения, а время полной замены воздуха помещения свежим воздухом равно величине среднего возраста воздуха вблизи вытяжного устройства.

В случае замыкания приточного устройства на устройство вытяжки, при котором приточный воздух будет частично попадать сразу в вытяжной канал, возраст воздуха вблизи вытяжного устройства будет меньше, чем в среднем по помещению.

Значения средней эффективности воздухообмена в зависимости от способа вентиляции приведены в приложении И.

## 6 Методика определения минимального воздухообмена на основе расчета обеспечения допустимых концентраций вредных веществ и удаления вредных выделений

6.1 Данная методика устанавливает:

- количество наружного воздуха в зависимости от величины поступающих в помещение вредных веществ;

- количество наружного воздуха в зависимости от величины вредных выделений в помещении.

6.2 Для удаления вредных веществ, выделяющихся в помещении, расход приточного воздуха $L_{п,вр}$, м$^3$/ч, определяют по массе выделяющихся вредных веществ в помещении по формуле

$$L_{п,вр} = \frac{m_{р.о}}{q_{о.з} - q_н}, \quad (7)$$

где $m_{р.о}$ – количество вредного вещества, выделяемого в помещение, мг/ч;

$q_{о.з}$ – предельно допустимая концентрация вредного вещества в обслуживаемой зоне помещения, мг/м$^3$, определяется согласно ГН 2.2.5.3532-18 [4], ПДК помещений лечебных организаций приведены в СанПиН 2.1.3.2630-10 [5, приложение 4];

$q_н$ – концентрация вредного вещества в наружном воздухе, мг/м$^3$, определяют согласно ГН 2.1.6.3492-17 [2] и ГН 2.1.6.2309-07 [3].

При одновременном поступлении в помещение нескольких вредных веществ, обладающих суммацией действия, расход наружного воздуха следует принимать равным сумме расходов наружного воздуха, рассчитанного по каждому вредному веществу.

6.3 Если в помещении часть воздуха удаляется системами местных отсосов, а концентрация вредных веществ распределена по помещению неравномерно, то расчет количества приточного воздуха, $L_{п,вр.м.о}$, м$^3$/ч, выполняют с учетом разности концентраций выделяемых в помещении вредных веществ в обслуживаемой (рабочей) зоне и наружном воздухе по

формуле

$$L_{п,вр.м.о} = L_{м.о} + \frac{m_{р.о} - L_{м.о} \cdot (q_{о.з} - q_н)}{q_{уд} - q_н}, \quad (8)$$

где $L_{м.о}$ – расход воздуха, удаляемого из обслуживаемой зоны местными отсосами от оборудования, м$^3$/ч;

$m_{р.о}$, $q_{о.з}$, $q_н$ – то же, что и в формуле (7);

$q_{уд}$ – концентрация вредного вещества в удаляемом воздухе, мг/м$^3$, определяют на основе экспериментальных данных, полученных для рассматриваемого или аналогичного помещения.

В случае отсутствия данных о значении $q_{уд}$ вредного вещества для рассматриваемого помещения значение $(q_{уд} - q_н)$ знаменателя уравнения (8), рассчитывают по формуле

$$q_{уд} - q_н = K_q \cdot (q_{о.з} - q_н), \quad (9)$$

где $q_н$, $q_{о.з}$ – те же, что в формуле (7);

$K_q$ – эффективность удаления вредных веществ из воздуха помещения, определяют согласно приложению К.

Пример расчета минимального воздухообмена в зависимости от величины поступающих в помещение вредных веществ представлен в приложении Л.

6.4 В случае наличия экспериментальных данных о значении концентрации вредного вещества в удаляемом воздухе для рассматриваемого помещения, эффективность удаления вредного вещества из воздуха помещения определяют по формуле

$$K_q = \frac{q_{уд} - q_н}{q_{о.з} - q_н}, \quad (10)$$

где $q_н$, $q_{о.з}$ – то же, что и в формуле (7);

$q_{уд}$ – тоже, что в формуле (8).

6.5 Индикатором степени загрязнения воздуха в помещениях жилых и общественных зданий в соответствии с ГОСТ 30494 служит углекислый газ.

Концентрация углекислого газа в воздухе не должна превышать 600 см$^3$/м$^3$, допустимая концентрация – 1000 см$^3$/м$^3$.

6.6 Количество приточного воздуха, подаваемого в помещение, зависит от концентрации углекислого газа в наружном воздухе, физической активности людей и эффективности способов воздухораспределения. Методика определения расхода наружного воздуха с учетом концентрации углекислого газа в наружном воздухе и эффективности воздухораспределения в помещении, согласно ГОСТ 30494, приведена в приложении М.

6.7 Для удаления избыточного количества влаги из помещения во избежание образования конденсата расчет количества приточного воздуха $L_{n,вл}$, м$^3$/ч, следует выполнять по формуле

$$L_{n,вл} = \frac{W}{\rho_{пр} \cdot (d_n - d_0)}, \quad (11)$$

где $W$ – количество влаги, выделяющейся в $n$-ном помещении, г/ч. Количество влаги, выделяемой людьми, определяют по формуле (13);

$d_n$ – допустимое содержание водяного пара в воздухе помещения при установленной средней температуре и относительной влажности воздуха помещения, г/кг;

$d_0$ – влагосодержание наружного воздуха, г/кг;

$\rho_{пр}$ – плотность приточного воздуха, кг/м$^3$, определяемая по формуле

$$\rho_{пр} = \frac{353}{273 + t_{пр}}, \quad (12)$$

где $t_{пр}$ – температура приточного воздуха, определяемая согласно 6.11.

6.8 Выделение влаги людьми в помещениях зависит от выполняемой ими работы, а также метеорологических условий в помещении. Количество выделяемой людьми влаги, $W_л$, г/ч, определяют по формуле

$$W_л = N \cdot g, \quad (13)$$

где $N$ – то же, что и в формуле (4);

$g$ – количество влаги, выделяемой человеком, в зависимости от характера выполняемой работы, г/ч, определяют согласно приложению Н.

6.9 Если в помещении часть воздуха удаляется системами местных отсосов, а концентрация влаговыделений распределена по помещению неравномерно, то расчет количества приточного воздуха, $L_{n,вл.м.о.}$, м$^3$/ч,

выполняют с учетом разности концентраций влаговыделений в обслуживаемой (рабочей) зоне и наружном воздухе по формуле

$$L_{п,вл.м.о} = L_{м.о} + \frac{W - \rho_в \cdot L_{м.о} \cdot (d_{п,о.з} - d_0)}{\rho_в \cdot (d_{п,нз} - d_0)}, \quad (14)$$

где $L_{м.о.}$ – то же, что и в формуле (8);

$W$ – то же, что и в формуле (11);

$d_{п,о.з}$ – влагосодержание воздуха в обслуживаемой (рабочей) зоне $n$-ного помещения, удаляемого системой местных отсосов, г/кг;

$d_{п,нз}$ – влагосодержание воздуха, удаляемого из помещения за пределами обслуживаемой (рабочей) зоны, г/кг;

$d_0$ – то же, что и в формуле (11);

$\rho_в$ – плотность внутреннего воздуха помещения, кг/м$^3$.

6.10 Для удаления явных теплоизбытков из помещения, источниками которых являются люди, оргтехника, бытовая техника, осветительные приборы расчет количества приточного воздуха, $L_{п,изб}$, м$^3$/ч, определяется по формуле

$$L_{п,изб} = \frac{3{,}6 \cdot Q_{п,изб.я}}{c_в \cdot \rho_в \, (t_{ух} - t_{пр})}, \quad (15)$$

где $Q_{п,изб.я}$ – избытки явной теплоты, Вт, от людей определяются согласно приложению Н, от освещения согласно установочной мощности осветительных приборов, от оргтехники принимаются равными 10 Вт/м$^2$ согласно СП 50.13330;

$c_в$ – удельная теплоемкость воздуха, принимается равной 1,005 кДж/(кг·°С);

$\rho_в$ – то же, что и в формуле (14);

$t_{ух}$ – температура уходящего воздуха, °С;

$t_{пр}$ – температура приточного воздуха, °С, определяется согласно 5.2.10.

При отсутствии данных о значении температуры уходящего воздуха, значение разницы температур ($t_{ух} - t_{пр}$), приведенной в знаменателе формулы (15), определяют по формуле

$$t_{ух} - t_{пр} = K_t \cdot (t_{о.з} - t_{пр}) , \quad (16)$$

где $K_t$ – эффективность удаления теплоизбытков из воздуха помещения,

определяется согласно приложению П.

6.11 Температура приточного воздуха $t_{пр}$, °С, согласно СП 60.13330 определяют по формулам:

- если в помещение подается необработанный наружный воздух системой вентиляции с естественным побуждением:

$$t_{пр} = t_{н}, \quad (17)$$

- если в помещение подается необработанный наружный воздух системой вентиляции с механическим побуждением:

$$t_{пр} = t_{н} + 0{,}001 \cdot p\ , \quad (18)$$

- если в помещение подается системой вентиляции с механическим побуждением подается подогретый на разницу $\Delta t$, °С, приточный воздух:

$$t_{пр} = t_{н} + \Delta t + 0{,}001 \cdot p, \quad (19)$$

где $t_{н}$ – температура наружного воздуха, определяемая в соответствии с СП 131.13330, °С;

$p$ – полное давление вентилятора, Па.

6.12 Определение минимального воздухообмена при одновременном наличии в помещении теплоизбытков и влагоизбытков осуществляют с помощью *I-d* диаграммы (рисунок 1) в следующем порядке:

а) на *I-d* диаграмму наносится точка Н, характеризующая состояние наружного воздуха с параметрами: температура наружного воздуха, $t_{н}$, °С, относительная влажность наружного воздуха, $\varphi_{н}$, %, влагосодержание наружного воздуха $d_{н}$, *г/ч*, теплосодержание наружного воздуха $I_{н}$, кДж/кг;

б) от точки Н по линии $d_{н}$ = const строится отрезок до пересечения с изотермой $t_{пр}$ = const, определенной для соответствующего периода года, с учетом ее дальнейшего возможного уточнения после определения требуемого количества приточного воздуха;

в) угловой коэффициент луча процесса $\varepsilon$, кДж/кг, определяют по формуле

$$\varepsilon = \frac{Q_{п,изб.п}}{W}, \quad (20)$$

где $Q_{п,изб.п}$ – избытки полной теплоты, кДж/ч, определяют согласно

приложению П;

$W$ – то же, что и в формуле (11).

г) от точки П проводят луч процесса в помещении с угловым коэффициентом, определенным по формуле (20), до пересечения с изотермой $t_в$ = const, наносят точку В, характеризующую состояние воздуха внутри помещения, и до пересечения с изотермой $t_{ух}$ = const, наносят точку У, характеризующую состояние удаляемого воздуха из помещения с параметрами: температура уходящего воздуха, $t_{ух}$, °С, относительная влажность уходящего воздуха, $\varphi_{ух}$, %, влагосодержание уходящего воздуха $d_{ух}$, $г/ч$, теплосодержание уходящего воздуха $I_{ух}$, кДж/кг;

д) определяют требуемое количество приточного воздуха, $L_{изб.п}$, м$^3$/ч, и принимают наибольшее значение:

- по разности теплосодержания:

$$L_{изб.п} = \frac{Q_{п,изб.п}}{(I_{п,в} - I_{п,пр}) \cdot \rho_{пр}}, \quad (21)$$

- по разности влагосодержания:

$$L_{изб.п} = \frac{W}{(d_п - d_0) \cdot \rho_{пр}}, \quad (22)$$

где $Q_{п.изб.п}$ – то же, что в формуле (20);

$I_{п,в}$, $I_{п,пр}$ – теплосодержание внутреннего воздуха помещения и приточного воздуха соответственно, кДж/кг;

$W$, $d_п$, $d_0$, $\rho_{пр}$ – то же, что в формуле (11).

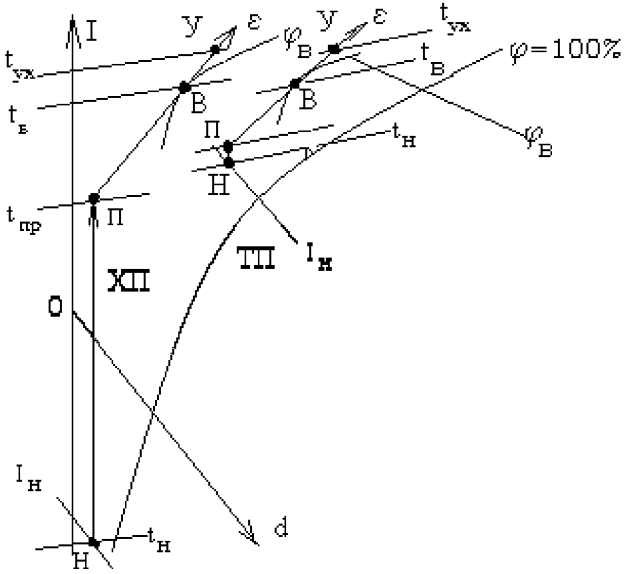



Рисунок 1 – Процессы изменения состояния воздуха в помещении при вентиляции для теплого и холодного периодов

## 7 Изменение воздухообмена в суточном и годовом циклах

7.1 В помещениях жилых и общественных зданий воздухообмен может значительно изменяться в суточном и годовом циклах в зависимости от времени эксплуатации помещения, количества находящихся в помещении людей и их деятельности в течение суток, времени работы оргтехники и другого оборудования.

Для выбора способа регулирования воздухообмена, определения оптимального режима работы вентиляционного оборудования, определения расхода тепловой и электрической энергии на вентиляцию в годовом цикле и повышения энергетической эффективности систем вентиляции для жилых и общественных зданий следует учитывать почасовые изменения воздухообмена в соответствии с изменением режима эксплуатации в суточном и годовом циклах.

7.2 Определение почасовых значений минимального воздухообмена с учетом изменения режима эксплуатации помещений в суточном и годовом циклах осуществляется в следующем порядке:

1) В зависимости от функционального назначения объекта капитального строительства, в котором расположено рассматриваемое помещение, и назначения помещения определяют возможные типовые режимы эксплуатации помещения в течение суток, которые неоднократно повторяются в годовом цикле или в течение определенного периода (например, холодного, теплого или переходного периодов):

- для помещений общественных зданий могут быть выделены типовые режимы эксплуатации для рабочих дней, укороченных/предпраздничных рабочих дней, выходных/праздничных дней, дней школьных каникул и другие;

- для помещений жилых зданий могут быть выделены режимы эксплуатации для рабочих и выходных дней.

2) Для каждого типового режима эксплуатации помещения составляют типовой профиль, который содержит почасовые изменения необходимых

параметров режима эксплуатации помещения, влияющих на величину минимального воздухообмена, среди которых тепловыделения и влаговыделения от людей, оборудования, количество выделяющихся вредных веществ и т.д. Формы для составления типовых профилей режимов эксплуатации приведены в приложении Р.

3) На основе типовых профилей режимов эксплуатации помещений составляют типовые профили минимального воздухообмена, согласно разделам 5 и 6. Формы для составления типовых профилей минимального воздухообмена приведены в приложении С.

Пример определения изменения минимального воздухообмена в течение суток для офисного помещения приведен в приложении Т.

7.3 Порядок выстраивания типовых профилей режимов эксплуатации и воздухообмена помещений в течение года определяют согласно производственному календарю.

## 8 Требования к конструктивным решениям

8.1 Приемные устройства наружного воздуха и выбросы удаляемого воздуха следует устраивать в соответствии с требованиями СП 60.13330.

8.2 Материалы и конструкция вентиляционных каналов и камер должны сводить к минимуму условия, способствующие росту и распространению микроорганизмов через систему вентиляции. Конструкция системы вентиляции должна соответствовать требованиям СП 60.13330.

8.3 В случае, когда естественная система вентиляции позволяет обеспечить допустимое качество воздуха в помещении, поступление наружного воздуха в помещения следует предусматривать через специальные приточные устройства в наружных стенах или окнах.

8.4 Размеры, количество и размещение приточных устройств должны обеспечивать требуемые параметры воздуха в обслуживаемой зоне помещений при расчетных расходах наружного воздуха.

8.5 Если жилое здание расположено в месте с повышенным уровнем шума и запыленности наружного воздуха, в жилых помещениях этого здания следует применять клапаны с шумоглушителями и воздушными фильтрами, доступными для очистки.

8.6 В качестве датчиков управления приточными клапанами с автоматическим регулированием расхода воздуха могут быть использованы датчики перепада давления, влажности внутреннего воздуха, освещенности, присутствия людей и т. д.

8.7 Приточные устройства в окнах следует размещать таким образом, чтобы технологические отверстия для притока наружного воздуха, фурнитура окна, защитные жалюзи, рольставни и т.п. не могли существенным образом снизить расход приточного воздуха.

8.8 Для помещений с изменяющимся в суточном и годовом циклах количеством персонала и/или посетителей, следует предусматривать системы вентиляции с переменным расходом воздуха, обеспечивающим минимальный

воздухообмен в соответствии с фактическим количеством людей, находящихся в помещении в данный момент. Индикатором качества воздуха в этом случае рекомендуется принимать концентрацию углекислого газа. При этом величину воздухообмена можно регулировать автоматически по датчику концентрации углекислого газа с помощью регулирующих заслонок и частотного привода вентиляционной установки.

8.9 Датчики концентрации углекислого газа настраивают на пороговое значение оптимальной или допустимой концентрации углекислого газа и через контроллер управляют регулирующими клапанами воздуховодов, увеличивая или уменьшая воздухообмен.

8.10 Датчики концентрации углекислого газа рекомендуют устанавливать:

- для перемешивающей вентиляции в вытяжных воздуховодах общеобменной вентиляции;

- для вытесняющей вентиляции;

- в пределах зоны обслуживания;

- для персональной вентиляции в зоне дыхания персонала на рабочем месте.

## **Приложение А** (справочное)

# КЛАССИФИКАЦИЯ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ПРОСКОК EPA, HEPA И ULPA ФИЛЬТРОВ

Таблица А.1 – Классификация EPA, HEPA и ULPA фильтров (согласно ГОСТ Р ЕН 1822-1-2010)

| Класс фильтра | Интегральное значение, в процентах | | Локальное значение, в процентах | |
|---|---|---|---|---|
| | Эффективность | Проскок | Эффективность | Проскок |
| E 10 | 85 | 15 | - | - |
| E 11 | 95 | 5 | - | - |
| E 12 | 99,5 | 0,5 | - | - |
| H 13 | 99,95 | 0,05 | 99,75 | 0,25 |
| H 14 | 99,995 | 0,005 | 99,975 | 0,025 |
| U 15 | 99,9995 | 0,0005 | 99,9975 | 0,0025 |
| U 16 | 99,99995 | 0,00005 | 99,99975 | 0,00025 |
| U 17 | 99,999995 | 0,000005 | 99,9999 | 0,0001 |

Примечания

1 Если локальное значение менее указанного в таблице, то оно может быть согласовано между поставщиком и покупателем.

2 Фильтры группы Е (классы Е10, Е11 и Е12) не могут и не должны испытываться на проскок (утечку) для их классификации.

## **Приложение Б** (справочное)

# УДЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И КРАТНОСТИ ВОЗДУХООБМЕНА В ПОМЕЩЕНИЯХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Таблица Б.1 – Минимальный воздухообмен в помещениях жилых зданий (в соответствии с СП 54.13330 и СП 60.13330)

| Помещения | Норма воздухообмена* | Примечания |
|---|---|---|
| Жилая зона | Кратность воздухообмена 0,35 $ч^{-1}$ по общему объему квартиры, но не менее 30 $м^3/(ч \cdot чел.)$, если общая площадь квартиры более 20 $м^2$/чел. | С естественным проветриванием |
| | 3 $м^3/ч$ на 1 $м^2$ площади жилых помещений, если общая площадь квартиры менее 20 $м^2$/чел. | С естественным проветриванием |
| | 45 $м^3/(ч \cdot чел.)$, если общая площадь квартиры более 20 $м^2$/чел.** | Без естественного проветривания |
| Кухни | 60 $м^3/ч$ при электрической плите | - |
| | 100 $м^3/ч$ при газоиспользующем оборудовании | |
| Ванные комнаты, туалеты | 25 $м^3/ч$ из каждого помещения | - |
| | 50 $м^3/ч$ при совмещенном санузле | |
| Гардеробная, кладовая, бельевая | Кратность воздухообмена 0,2 $ч^{-1}$ | » |
| Помещение с теплогенераторами общей производительностью до 50 кВт высотой менее 6 м | Кратность воздухообмена 1 $ч^{-1}$ *** | » |
| Машинное отделение лифта | По расчету | |
| Мусоросборная камера | Кратность воздухообмена 1 $ч^{-1}$ | |

* На время, когда помещение не используется, минимальный воздухообмен следует уменьшать до следующих величин: в жилой зоне – до 0,2 $ч^{-1}$; в кухне, ванной комнате, туалете – до 0,5 $ч^{-1}$.

** Согласно СП 60.13330.2016 (приложение К).

*** При установке газовой плиты воздухообмен следует увеличить на 100 $м^3/ч$.

## **Приложение В** (справочное)

# УДЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И КРАТНОСТИ ВОЗДУХООБМЕНА В ПОМЕЩЕНИЯХ ЗДАНИЙ УЧЕБНО-ВОСПИТАТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Таблица В.1 – Минимальный воздухообмен в помещениях дошкольных образовательных организаций (согласно СанПиН 2.4.1.3049-13 [6, приложение 3])

| Помещения | Кратность обмена воздуха, $ч^{-1}$ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | В I А, Б, Г климатических районах* | | В других климатических районах | |
| | приток | вытяжка | приток | вытяжка |
| | | | | |
| Приемные, игровые ясельных групповых ячеек | 2,5 | 1,5 | - | 1,5 |
| Приемные, игровые младшей, средней, старшей групповых ячеек | 2,5 | 1,5 | - | 1,5 |
| Спальни всех групповых ячеек | 2,5 | 1,5 | - | 1,5 |
| Туалетные ясельных групп | - | 1,5 | - | 1,5 |
| Туалетные дошкольных групп | 2,5 | 1,5 | - | 1,5 |
| Помещения медицинского назначения | 2,5 | 1,5 | - | 1,5 |
| Залы для музыкальных и гимнастических занятий | 2,5 | 1,5 | - | 1,5 |
| Прогулочные веранды | по расчету, но не менее 20 $м^3/ч$ на 1 ребенка | | | |
| Зал с ванной бассейна | | | | |
| Раздевалка с душевой бассейна | | | | |
| Отапливаемые переходы | | | | |
| * Согласно СП 131.13330 | | | | |

Таблица В.2 – Минимальный воздухообмен в помещениях организаций дополнительного образования (согласно СанПиН 2.4.4.3172-14 [7, приложение 2])

| Помещения (деятельность) | Количество необходимого воздуха на одного учащегося ($м^3/ч$) | Примечание |
|---|---|---|
| Помещения для учебных и кружковых занятий (деятельность не связана с повышенной двигательной активностью, выделением вредных химических веществ, пыли) | не менее 20 | |
| Мастерские по обработке металла, дерева, с крупным станочным оборудованием, кружки технического моделирования, кинофотолаборатория (деятельность связана с выделением пыли или вредных химических веществ) | не менее 20 | Необходимо предусмотреть местную вытяжную вентиляцию (со встроенными отсосами, вытяжными шкафами и зонтами) от источника загрязнения |
| Залы спортивные, для занятий бальными танцами, хореографией; бассейны, (деятельность связана с повышенной двигательной активностью) | не менее 80 | |
| Актовый зал, лекционная аудитория, помещения для кружков, хора, музыкальных занятий, библиотеки (читальные залы, абонемент) | не менее 20 | |

Таблица В.3 – Минимальный воздухообмен в помещениях школ (согласно СП 118.13330.2016, таблица 7.1)

| Основные помещения | Кратность воздухообмена, $ч^{-1}$, не менее |
|---|---|
| Классные помещения, учебные кабинеты, лаборатории, актовый зал - лекционная аудитория, класс пения и музыки - клубная комната | 2, но не менее 20 $м^3/ч$ наружного воздуха на одно место |
| Учебные мастерские | То же |
| Кружковые помещения | 1,5, но не менее 20 $м^3/ч$ наружного воздуха на одно место |
| Спальные комнаты школ-интернатов и интернатов при школах | То же |

Таблица В.4 – Минимальный воздухообмен в помещениях образовательных учреждений начального профессионального образования (согласно СП 118.13330.2016, таблица 7.2)

| Помещения | Кратность воздухообмена, $ч^{-1}$, не менее | |
|---|---|---|
| | Приток | Вытяжка |
| Аудитории, учебные кабинеты, лаборатории без выделения вредных веществ (неприятных запахов), залы курсового и дипломного проектирования, читальные залы, конференц-залы, актовые залы, служебные помещения | 2, но не менее 20 $м^3/ч$ наружного воздуха на одно место | |
| Лаборатории и другие помещения с выделением вредных и радиоактивных веществ, моечные при лабораториях с вытяжными шкафами | По расчету в соответствии с технологическими заданиями | |
| Лаборатории с приборами повышенной точности | То же | |
| Моечные лабораторной посуды без вытяжных шкафов | 4 | 6 |

## **Приложение Г** (справочное)

# УДЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И КРАТНОСТИ ВОЗДУХООБМЕНА В ПОМЕЩЕНИЯХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ КУЛЬТУРНО-ДОСУГОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ

Таблица Г.1 – Минимальный воздухообмен в зрительных залах, клубов и театров в зоне размещения зрителей (согласно СП 118.13330.2016, таблица 7.3)

| Помещения | Кратность воздухообмена, $ч^{-1}$, не менее |
|---|---|
| Зрительный зал вместимостью 800 мест и более с эстрадой, вместимостью 600 мест и более со сценой | По расчету, но не менее 20 $м^3$/ч притока наружного воздуха на одного зрителя |
| Зрительный зал вместимостью до 800 мест с эстрадой, вместимостью до 600 мест со сценой | То же |
| Сцена, арьерсцена, карман | - |

Таблица Г.2 – Минимальный воздухообмен в помещениях библиотек (согласно СП 118.13330.2016, п. 7.28)

| Помещения | Расход наружного приточного воздуха, не менее |
|---|---|
| Лекционные и читальные залы библиотек | 20 $м^3$/ч на человека |

Таблица Г.3 – Минимальный воздухообмен в помещениях физкультурно-спортивных залов (согласно СП 118.13330.2016, таблица 7.4)

| Помещения | Кратность воздухообмена, $ч^{-1}$, не менее |
|---|---|
| Спортивные залы с трибунами более 800 мест, крытые катки с трибунами для зрителей | По расчету, но не менее 80 $м^3$/ч притока наружного воздуха на одного занимающегося и не менее 20 $м^3$/ч на одного зрителя |
| Спортивные залы с трибунами на 800 мест и менее | По расчету, но не менее 80 $м^3$/ч притока наружного воздуха на одного занимающегося и не менее 20 $м^3$/ч на одного зрителя |
| Спортивные залы без мест для зрителей | По расчету, но не менее 80 $м^3$/ч притока наружного воздуха на одного занимающегося |
| Залы для подготовительных занятий в бассейнах, хореографические классы, помещения для физкультурно-оздоровительных занятий | То же |

Таблица Г.4 – Минимальный воздухообмен в помещениях закрытых плавательных бассейнов (согласно СанПиН 2.1.2.1188-03 [8, таблица 2])

| Назначение помещения | Параметры воздухообмена в 1 час | |
|---|---|---|
| | | |
| Залы ванн бассейнов | Не менее 80 м$^3$/ч на 1 занимающегося и не менее 20 м$^3$/ч на 1 зрителя | |
| Залы подготовки | Не менее 80 м$^3$/ч на 1 занимающегося | |
| | Кратность воздухообмена, ч$^{-1}$ | |
| | приток | вытяжка |
| Раздевальни | По балансу с учетом | 2 (из душевых) |
| Душевые | 5 | 10 |
| Массажные | 4 | 5 |
| Камера сауны | - | 5 (периодического действия при отсутствии людей) |

Таблица Г.5 – Минимальный воздухообмен в помещениях организаций коммунально-бытового назначения, оказывающих парикмахерские и косметические услуги (согласно СанПиН 2.1.2.2631-10 [9, приложение 3])

| Наименование помещений | Кратность воздухообмена, ч$^{-1}$ | | Принцип осуществления воздухообмена |
|---|---|---|---|
| | приток | вытяжка | |
| | | | |
| Залы парикмахерского обслуживания, кабинеты маникюра, педикюра, косметический кабинет, массажный кабинет | 2 | 3 | Вытяжка общеобменная из верхней и нижней зоны; приток подается рассредоточено в верхнюю зону |
| Помещение для мытья головы и сушки волос | - | - | По расчету на удаление тепло- и влагоизбытков |
| Зал ожидания | По балансу со смежными помещениями | | |
| Кладовые (подсобные помещения) | - | 0,5 | |
| Гардеробная | | 1 | |
| Комната отдыха и приема пищи | 2 | 3 | |
| Помещение администрации | | | 60 м$^3$/ч на 1 чел. |
| Санузлы | | | 50 м$^3$/ч на 1 унитаз<br>25 м$^3$/ч на 1 писсуар |
| Душевые | | | 75 м$^3$/ч на 1 душевую |

## **Приложение Д** (справочное)

# УДЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И КРАТНОСТИ ВОЗДУХООБМЕНА В ПОМЕЩЕНИЯХ АДМИНИСТРАТИВНО-БЫТОВЫХ ЗДАНИЙ

Таблица Д.1 – Минимальный воздухообмен в помещениях административно-бытовых зданий (согласно СП 44.13330.2011, таблица 12)

| Помещения | Кратность, $ч^{-1}$, или объем воздухообмена, $м^3/ч$ | |
|---|---|---|
| | приток | вытяжка |
| 1 Вестибюли | 2 | - |
| 2 Отапливаемые переходы | - | - |
| 3 Гардеробные уличной одежды | - | 1 |
| 4 Гардеробные для совместного хранения всех видов одежды с неполным переодеванием работающих | Из расчета компенсации вытяжки из душевых (но не менее однократного воздухообмена в 1 ч) | |
| 5 Гардеробные при душевых (преддушевые), а также с полным переодеванием работающих | | |
| а) гардеробные спецодежды | 5 | 5 |
| б) гардеробные домашней (уличной и домашней) одежды | Из расчета компенсации вытяжки из душевых (но не менее однократного воздухообмена в 1 ч) | |
| 6 Душевые | - | 75 $м^3/ч$ на 1 душевую сетку |
| 7 Уборные | - | 50 $м^3/ч$ на 1 унитаз и 25 $м^3/ч$ на 1 писсуар |
| 8 Умывальные при уборных | - | 1 |
| 9 Курительные | - | 10 |
| 10 Помещения для отдыха, обогрева или охлаждения | 2 (но не менее 30 $м^3/ч$ на 1 чел.) | 3 |
| 11 Помещения для личной гигиены женщин | 2 | 2 |
| 12 Помещения для ремонта спецодежды | 2 | 3 |
| 13 Помещения для ремонта обуви | 2 | 3 |
| 14 Помещения управлений, конструкторских бюро, общественных организаций площадью, $м^2$: | | |
| а) не более 36 | 1,5 | - |
| б) более 36 | По расчету | |
| 15 Помещения для сушки спецодежды | По расчету | |
| 16 Помещения для обеспыливания спецодежды | То же | |

Таблица Д.2 – Минимальный воздухообмен в помещениях общественных зданий административного назначения (согласно СП 30.13330.2016 (приложение К))

| Помещения | Расход воздуха в помещениях, $м^3/ч$ | |
|---|---|---|
| | с естественным проветриванием | без естественного проветривания |
| Общественные здания административного назначения (помещений кабинетов, офисов общественных зданий административного назначения) | 40 | 60 |

## **Приложение Е** (справочное)

# УДЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И КРАТНОСТИ ВОЗДУХООБМЕНА В ПОМЕЩЕНИЯХ ЗДАНИЙ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ И СОЦИАЛЬНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ

Таблица Е.1 – Минимальный воздухообмен в помещениях организаций, осуществляющих медицинскую деятельность (согласно СанПиН 2.1.3.2630-10 [5, приложение 3])

| Наименования помещений | Класс чистоты помещений | Рекомендуемый воздухообмен в час, не менее | | Кратность вытяжки при естественном воздухообмене |
|---|---|---|---|---|
| | | приток наружного воздуха | вытяжка | |
| | | | | |
| Операционные, послеоперационные палаты, реанимационные залы (палаты), в том числе для ожоговых больных, палаты интенсивной терапии, родовые, манипуляционные-туалетные для новорожденных | А | 100% от расчетного воздухообмена, но не менее десятикратного для асептических помещений; 80% от расчетного воздухообмена, но не менее восьмикратного для септических помещений | 80% от расчетного воздухообмена, но не менее восьмикратного для асептических помещений расчетного воздухообмена, но не менее десятикратного для септических помещений | Не допускается |
| Послеродовые палаты, палаты для ожоговых больных, палаты для лечения пациентов в асептических условиях, в том числе для иммунокомпрометированных | Б | 100% от расчетного воздухообмена, но не менее десятикратного | 100% от расчетного воздухообмена, но не менее десятикратного | Не допускается |
| Послеродовые палаты с совместным пребыванием ребенка, палаты для недоношенных, грудных, травмированных, новорожденных (второй этап выхаживания) | Б | 100% от расчетного воздухообмена, но не менее десятикратного | По 100% от расчетного воздухообмена, но не менее десятикратного | Не допускается |
| Шлюзы в боксах и полубоксах инфекционных отделений | В | По расчету, но не менее пятикратного обмена | | Не допускается |
| Рентгеноперационные, в том числе ангиографические | Б | 12 | 10 | Не допускается |

*Продолжение таблицы Е.1*

| Наименования помещений | Класс чистоты помещений | Рекомендуемый воздухообмен в час, не менее | | Кратность вытяжки при естественном воздухообмене |
|---|---|---|---|---|
| | | приток наружного воздуха | вытяжка | |
| | | | | |
| Стерилизационные при операционных | Б | 3 | - | 2 |
| ЦСО: | | | | |
| "чистая" и "стерильная" зоны (контроля, комплектования и упаковки чистых инструментов, помещения для подготовки перевязочных и операционных материалов и белья, стерилизации, экспедиции) | Б | 100% от расчетного воздухообмена, но не менее десятикратного | 80% от расчетного воздухообмена, но не менее восьмикратного | Не допускается |
| "грязная" зона (приема, разборки, мытья и сушки медицинских инструментов и изделий медицинского назначения) | Г | 80% от расчетного воздухообмена, но не менее восьмикратного | 100% от расчетного воздухообмена, но не менее десятикратного | Не допускается |
| Боксы палатных отделений, боксированные палаты | В | Из расчета 80 $м^3$/ч на 1 койку | Из расчета 80 $м^3$/ч на 1 койку | 2,5 |
| Палатные секции инфекционного отделения, в том числе туберкулезные | В | Из расчета 80 $м^3$/ч на 1 койку | Из расчета 80 $м^3$/ч на 1 койку | Не допускается |
| Палаты для взрослых больных, помещения для матерей детских отделений | В | Из расчета 80 $м^3$/ч на 1 койку | Из расчета 80 $м^3$/ч на 1 койку | 2 |
| Шлюзы перед палатами для новорожденных | В | По расчету, но не менее 5 | - | Не допускается |
| Кабинеты врачей, помещения дневного пребывания пациентов, кабинеты функциональной диагностики, процедурные эндоскопии (кроме бронхоскопии) | В | Из расчета 60 $м^3$/ч на 1 человека | Из расчета 60 $м^3$/ч на 1 человека | 1 |
| Залы лечебной физкультуры | В | 80% от расчетного воздухообмена (80 $м^3$/ч на 1 занимающегося) | 100% от расчетного воздухообмена (80 $м^3$/ч на 1 занимающегося) | 2 |

*Продолжение таблицы Е.1*

| Наименования помещений | Класс чистоты помещений | Рекомендуемый воздухообмен в час, не менее | | Кратность вытяжки при естественном воздухообмене |
|---|---|---|---|---|
| | | приток наружного воздуха | вытяжка | |
| | | | | |
| Процедурные магнитно-резонансной томографии | В | 100% от расчетного воздухообмена на удаление теплоизбытков | 100% от расчетного воздухообмена на удаление теплоизбытков | Не допускается |
| Процедурные и асептические перевязочные, процедурные бронхоскопии | Б | 8 | 6 | Не допускается |
| Процедурные с применением аминазина | В | 8 | 10 | Не допускается |
| Процедурные для лечения нейролептиками | В | - | 3 | 2 |
| Малые операционные | Б | 10 | 5 | 1 |
| Диспетчерские, комнаты персонала, комнаты отдыха пациентов после процедур | Г | Приток из коридора | 1 | 1 |
| Процедурные и раздевальные рентгенодиагностических, флюорографических кабинетов, кабинеты электросветолечения, массажный кабинет | Г | 3 | 4 | Не допускается |
| Комнаты управления рентгеновских кабинетов и радиологических отделений, фотолаборатории | Г | 3 | 4 | Не допускается |
| Монтажные и моечные кабинетов искусственной почки, эндоскопии, аппаратов искусственного кровообращения, растворные - деминерализационные | Г | - | 3 | 2 |

*Продолжение таблицы Е.1*

| Наименования помещений | Класс чистоты помещений | Рекомендуемый воздухообмен в час, не менее | | Кратность вытяжки при естественном воздухообмене |
|---|---|---|---|---|
| | | приток наружного воздуха | вытяжка | |
| | | | | |
| Ванные залы (кроме радоновых), помещения подогрева парафина и озокерита, лечебные плавательные бассейны. Помещения (комнаты) для санитарной обработки больных, душевые | Г | 3 | 5 | 3 |
| Раздевальные в отделениях водо- и грязелечения | Г | Приток по балансу вытяжки из ванных и грязевых залов | | 2 |
| Помещения радоновых ванн, залы и кабинеты грязелечения для полосных процедур, душевые залы | Г | 4 | 5 | Не допускается |
| Помещения для хранения и регенерации грязи | Г | 2 | 10 | Не допускается |
| Помещения приготовления раствора сероводородных ванн и хранения реактивов | Г | 5 | 6 | Не допускается |
| Помещения для мойки и сушки простыней, холстов, брезентов, грязевые кухни | Г | 6 | 10 | Не допускается |
| Кладовые (кроме хранения реактивов), технические помещения (компрессорные, насосные и т.п.), мастерские по ремонту аппаратуры, архивы | Г | - | 1 | 1 |
| Санитарные комнаты, помещения сортировки и временного хранения грязного белья, помещения мойки, носилок и клеенок, помещение сушки одежды и обуви выездных бригад | Г | - | 5 | 5 |

*Продолжение таблицы Е.1*

| Наименования помещений | Класс чистоты помещений | Рекомендуемый воздухообмен в час, не менее | | Кратность вытяжки при естественном воздухообмене |
|---|---|---|---|---|
| | | приток наружного воздуха | вытяжка | |
| | | | | |
| Кладовые кислот, реактивов и дезинфицирующих средств | Г | - | 5 | 5 |
| Регистратуры, справочные вестибюли, гардеробные, помещения для приема передач больным, помещения выписки, ожидальные, буфетные, столовые для больных, молочная комната | Г | - | 1 | 1 |
| Помещения для мытья и стерилизации столовой и кухонной посуды при буфетных и столовых отделениях, парикмахерские для обслуживания больных | Г | 2 | 3 | 2 |
| Хранилища радиоактивных веществ, фасовочные и моечные в радиологических отделениях | Г | 5 | 6 | Не допускается |
| Кабинеты электро-, свето-, магнито-, теплолечения, лечения ультразвуком | Г | 2 | 3 | Не допускается |
| Помещения дезинфекционных камер:<br><br>приемно-загрузочные<br><br>разгрузочные («чистые») отделения | Г | Из «чистого» отделения<br>5 | 5<br><br>Через «грязные» отделения | Не допускается |
| Секционные, музеи и препараторские при патологоанатомических отделениях | Г | - | 4 | Не допускается |

*Продолжение таблицы Е.1*

| Наименования помещений | Класс чистоты помещений | Рекомендуемый воздухообмен в час, не менее | | Кратность вытяжки при естественном воздухообмене |
|---|---|---|---|---|
| | | приток наружного воздуха | вытяжка | |
| | | | | |
| Помещения одевания трупов, выдачи трупов, кладовые похоронных принадлежностей, для обработки и подготовки к захоронению инфицированных трупов, помещения для хранения хлорной извести | Г | - | 3 | Не допускается |
| Санузлы | Г | - | 50 $м^3$ на 1 унитаз и 20 $м^3$ на 1 писсуар | 3 |
| Клизменная | Г | - | 5 | 2 |
| Клинико-диагностические лаборатории (помещения для исследований) | Г | - | 3 | 2 |
| Помещения для приготовления лекарственных форм в асептических условиях | А | 4 | 2 | Не допускается |
| Ассистентская, дефектарская, заготовочная и фасовочная, закаточная и контрольно-маркировочная, стерилизационная-автоклавная, дистилляционная | Б | 4 | 2 | 1 |
| Контрольно-аналитическая, моечная, распаковочная | Г | 2 | 3 | 1 |
| Помещения хранения основного запаса:<br><br>а) лекарственных веществ, готовых лекарственных препаратов, в т.ч. и термолабильных, и предметов медицинского назначения; перевязочных средств | Г | 2 | 3 | 1 |

*Окончание таблицы Е.1*

| Наименования помещений | Класс чистоты помещений | Рекомендуемый воздухообмен в час, не менее | | Кратность вытяжки при естественном воздухообмене |
|---|---|---|---|---|
| | | приток наружного воздуха | вытяжка | |
| | | | | |
| б) минеральных вод, медицинской стеклянной и оборотной транспортной тары, очков и других предметов оптики, вспомогательных материалов, чистой посуды | | - | 1 | 1 |
| Помещения для приготовления и фасовки ядовитых препаратов и наркотиков | Г | - | 3 | 3 |
| Легковоспламеняющихся и горючих жидкостей | Г | - | 10 | 5 |

Таблица Е.2 – Минимальный воздухообмен рентгеновских кабинетов (согласно СанПиН 2.6.1.1192-03 [10, приложение 6])

| Наименование помещения | Кратность воздухообмена, $ч^{-1}$ | |
|---|---|---|
| | приток | вытяжка |
| Общие помещения | | |
| 1. Кабинет заведующего отделением | - | 1,5 |
| 2. Комната персонала | - | 1,5 |
| 3. Комната просмотра результатов (снимков) | - | 1,5 |
| 4. Кабина для приготовления бария | - | 1,5 |
| 5. Ожидальная | - | 1,5 |
| 6. Материальная | - | 1,5 |
| 7. Кладовая запасных частей | - | 1,5 |
| 8. Кладовая предметов уборки | - | 1,5 |
| 9. Помещение временного хранения рентгеновской пленки (не более 100 кг) | - | 1,5 |
| 10. Комната личной гигиены персонала | 3 | 5 |
| 11. Уборные для персонала или пациентов | | 50 $м^3$ на один унитаз |
| 12. Компьютерная | 3 | 2 |
| 13. Инженерная | - | 1,5 |
| Кабинет рентгенодиагностики | | |
| 1. Процедурная | 3 | 4 |
| 2. Комната управления | 3 | 4 |
| 3. Раздевальная | 3 | 1,5 |
| 4. Кабина для раздевания | 3 | 1,5 |
| 5. Тамбур | - | 1,5 |
| 6. Шлюз | 5 | 5 |
| 7. Кабинет врача | - | 1,5 |
| 8. Фотолаборатория | 3 | 4 |

*Окончание таблицы Е.2*

| Наименование помещения | Кратность воздухообмена, $ч^{-1}$ | |
|---|---|---|
| | приток | вытяжка |
| Рентгеноперационный блок | | |
| 1. Рентгеноперационная | 12 | 10 |
| 2. Комната управления | 3 | 4 |
| 3. Малая операционная | 10 | 5 |
| 4. Предоперационная, стерилизационная, микроскопная | 3 | 3 |
| 5. Кабина для раздевания, комната временного пребывания больного, комната личной гигиены | 3 | 1,5 |
| 6. Кабинет врача, комната просмотра снимков, комната медсестер | - | 1,5 |
| 7. Кладовая, материальная | - | - |
| 8. Уборная для пациентов | - | 50 $м^3$ |

Таблица Е.3 – Минимальный воздухообмен в помещениях кабинета рентгенотерапии (согласно СанПиН 2.6.1.1192-03 [10, приложение 6])

| Наименование помещения | Кратность воздухообмена, $ч^{-1}$ | |
|---|---|---|
| | приток | вытяжка |
| 1. Процедурная | 3 | 1 |
| 2. Комната управления | 2 | 1 |
| 3. Кабинет врача | 1 | 1 |

Таблица Е.4 – Минимальный воздухообмен в помещениях участка обращения с медицинскими отходами классов Б и В (согласно СанПиН 2.1.7.2790-10 [11, приложение 2])

| Наименование помещений | Кратность воздухообмена, $ч^{-1}$ | | Кратность вытяжки при естественном воздухообмене |
|---|---|---|---|
| | приток | вытяжка | |
| | | | |
| Прием и временное хранение (накопление) необеззараженных отходов приема необеззараженных отходов | - | 1,5 | 2 |
| Рабочее помещение для обеззараживания отходов | по расчету на удаление тепло- и влагоизбытков <*> | по расчету тепло- и влагоизбытков <*> | не допускается |
| Временное хранение обработанных отходов | - | 2 | не допускается |
| Мойка и дезинфекция контейнеров, стоек, тележек | 3 | 4 | не допускается |
| Помещение временного хранения контейнеров стоек, тележек | - | 1 | 1 |
| Склад расходных материалов | 1 | 1 | 1 |

*Окончание таблицы Е.4*

| Наименование помещений | Кратность воздухообмена, $ч^{-1}$ | | Кратность вытяжки при естественном воздухообмене |
|---|---|---|---|
| | приток | вытяжка | |
| | | | |
| Санитарно-бытовые помещения (гардеробная, душевая, санузел, хранение уборочного инвентаря) | приток из коридора | 75 $м^3$/ч на 1 д.с. | 2 |
| Комната персонала с рабочим местом | 1 | 1 | 1 |
| *В зависимости от технологии и вида оборудования. | | | |

## **Приложение Ж** (справочное)

# ПРИМЕР РАСЧЕТА МИНИМАЛЬНОГО ВОЗДУХООБМЕНА В КВАРТИРЕ ЖИЛОГО ДОМА

Ж.1 Квартира находится в жилом комплексе, расположенном в Москве. Общая площадь квартиры – 91 м$^2$, площадь жилых помещений – 51 м$^2$, объем квартиры – 273 м$^3$. На кухне установлена электрическая плита.

В квартире предусмотрена система вытяжной вентиляции с механическим побуждением и естественным притоком через приточные клапаны, установленные в верхней части оконных переплетов. Схема организации воздухообмена квартиры представлена на рисунке Ж.1. Норма воздухообмена в помещениях квартиры принимается согласно приложению Б настоящих методических рекомендаций.

Ж.2 Рассмотрим варианты расчета воздухообмена для следующих условий:

- в квартире проживает 5 человек;

- в квартире проживает 3 человека;

Ж.3 При условии, что в квартире проживает 5 человек, на одного жильца приходится 18,2 м$^2$ общей площади квартиры. Для данных условий объем приточного воздуха $L_{\text{пр}}$, м$^3$/ч, определяется из расчета 3 м$^3$/м$^2$ площади жилых помещений:

$$L_{\text{пр.норм}} = 3 \cdot 51 = 153 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Расход удаляемого воздуха $L_{\text{уд}}$, м$^3$/ч, согласно Приложению Б составляет:

- для кухни – 60 м$^3$/ч;

- для ванной – 25 м$^3$/ч;

- для туалета – 25 м$^3$/ч;

- для кладовой – 1,6 м$^3$/ч;

- для гардеробной – 3 м$^3$/ч.

Суммарный расход удаляемого воздуха составляет $L_{\text{уд}}$ = 114,6 м$^3$/ч.

В качестве расчетного принимается наибольший расход воздуха: $L_{\text{расч}}$ = 153 м$^3$/ч.

Таким образом, расход удаляемого воздуха принимается равным расчетному $L_{\text{уд}}$ = 153 м$^3$/ч.

Ж.4 При условии, что в квартире проживает 3 человека, на одного жильца приходится 30,3 м$^2$ общей площади квартиры. Для данных условий объем приточного воздуха определяется из расчета кратности воздухообмена 0,35 ч$^{-1}$, но не менее чем 30 м$^3$/ч на одного жильца:

$$L_{\text{пр.кр}} = 0{,}35 \cdot 273 = 96 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$L_{\text{пр.норм}} = 30 \cdot 3 = 90 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Расход приточного воздуха принимается равным наибольшему из полученных значений:

$$L_{\text{пр}} = L_{\text{пр.кр}} = 96 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Суммарный расход удаляемого воздуха составляет: $L_{\text{уд}} = 114{,}6$ м$^3$/ч.

В качестве расчетного принимается наибольший расход воздуха: $L_{\text{расч}} = 114{,}6$ м$^3$/ч.

Таким образом, расход приточного воздуха принимается равным $L_{\text{пр}} = 114{,}6$ м$^3$/ч.

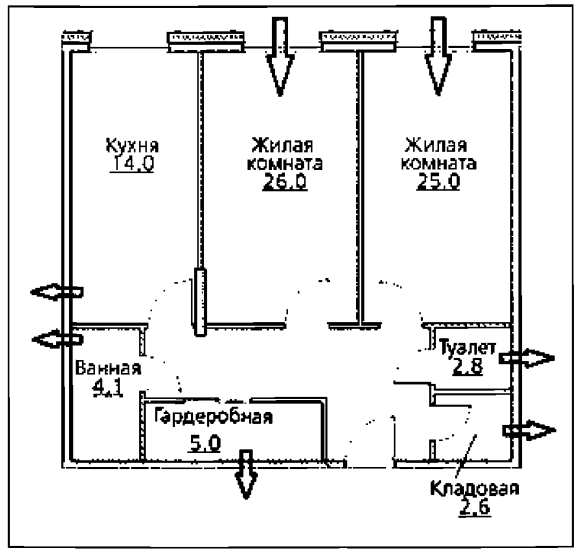


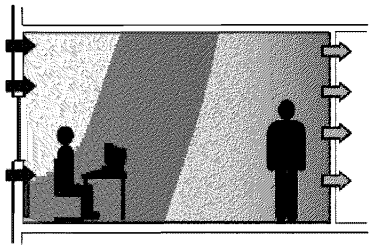
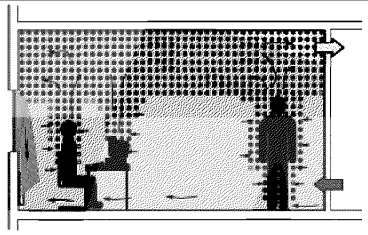
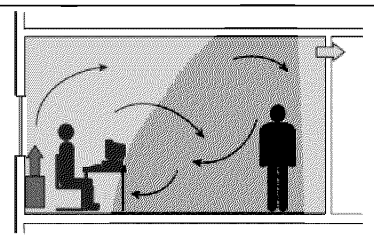
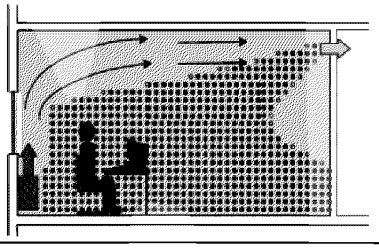

Рисунок Ж.1 – Схема организации воздухообмена в квартире

## **Приложение И** (справочное)

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДУХООБМЕНА

В таблице И.1 приведены средние значения показателя эффективности воздухообмена для различных способов вентиляции.

Т а б л и ц а И.1 – Эффективность воздухообмена

| Способ вентиляции | Схема | Значения средней эффективности воздухообмена ε, % |
|---|---|---|
| Вытесняющая вентиляция (однонаправленный поток) |  | 100 |
| Вентиляция затоплением (расслоение) |  | 50–100 |
| Полное перемешивание |  | 50 |
| «Замыкание» притока и вытяжки |  | <50 |

## **Приложение К** (справочное)

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ УДАЛЕНИЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ

В таблице К.1 приведены значения эффективности удаления вредных веществ из воздуха помещений, $K_q$, в зависимости от способа подачи воздуха и величины кратности воздухообмена.

Т а б л и ц а К.1 – Эффективность удаления вредных веществ из воздуха помещений

| Подача воздуха | Кратность воздухообмена, $ч^{-1}$ | | |
|---|---|---|---|
| | 3–5 | 5–10 | 10 и более |
| Непосредственно в рабочую зону | 1,85 | 1,4 | 1,15 |
| Наклонными струями в направлении рабочей зоны:<br>- с высоты более 4м<br>- с высоты менее 4м | <br>1,4<br>1,2 | <br>1,2<br>1,1 | <br>1,1<br>1,05 |
| Сосредоточенно, выше рабочей зоны | 1,1 | 0,95 | 1 |
| Сосредоточенно, выше рабочей зоны с использованием направляющих сопел | 1 | 1 | 1 |
| Сверху вниз:<br>- настилающимися струями<br>- каноническими струями<br>- плоскими струями | <br>1,1<br>1,1<br>1,2 | <br>1,05<br>1,05<br>1,1 | <br>1<br>1<br>1 |

## **Приложение Л** (справочное)

# ПРИМЕР РАСЧЕТА МИНИМАЛЬНОГО ВОЗДУХООБМЕНА В ПОМЕЩЕНИИ ШКОЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Л.1 Необходимо рассчитать величину воздухообмена в помещении школьной лаборатории площадью $F_{лаб}$ = 40 м$^2$, высота помещения $h_{лаб}$=3,3 м. В лаборатории находится 15 человек. Выделяющееся вредное вещество – озон в количестве $m_{Оз}$ = 150 мг/ч. Расход воздуха, удаляемого из обслуживаемой зоны местными отсосами от оборудования, $L_{м.о}$ = 200 м$^3$/ч. Предельно допустимая концентрация вредного вещества в обслуживаемой зоне $q_{о.з}$ = 0,1 мг/м$^3$. Концентрация вредного вещества в наружном воздухе $q_{н}$ = 0 мг/м$^3$.

Эффективность воздухообмена в помещении составляет 100%.

Л.2 Расчет воздухообмена в соответствии с пунктами 5.7–5.8.

Согласно таблице В.3, кратность воздухообмена в помещении школьной лаборатории должна составлять 2 ч$^{-1}$, при этом минимальный воздухообмен должен быть не менее 20 м$^3$/ч на 1 человека. Количество приточного воздуха определяют по формулам (2) и (4):

$$L_{кр} = 2 \cdot 40 \cdot 3{,}3 = 264 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$L_{норм} = 15 \cdot 20 = 300 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Количество приточного воздуха следует принять $L_{норм}$ = 300 м$^3$/ч.

Л.3 Расчет воздохообмена в соответствии с пунктом 6.3.

Количество озона, удаляемого местными отсосами, $m_{м.о\ Оз}$ = 90 мг/ч. Расход воздуха, удаляемого из обслуживаемой зоны местными отсосами от оборудования, $L_{м.о}$ = 100 м$^3$/ч.

Количество озона, удаляемого системой общеобменной вентиляции, $m_{Оз}$= 60 мг/ч.

Количество приточного воздуха с учетом выделения вредного вещества в помещении определяют по формуле (8):

$$L_{вр.м.о} = 100 + \frac{60 - 100 \cdot (0{,}1 - 0)}{0{,}1 - 0} = 600 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Таким образом, минимальное количество приточного воздуха следует принять

$$L_{расч.нар} = 600 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Методика на основе расчета допустимых концентраций вредных веществ наиболее приемлема для рассматриваемого случая, т.к. в помещении присутствуют интенсивные источники вредных веществ.

**Приложение М** (справочное)

# МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕОБХОДИМОГО РАСХОДА НАРУЖНОГО ВОЗДУХА С УЧЕТОМ КОНЦЕНТРАЦИИ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В НАРУЖНОМ ВОЗДУХЕ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ПОМЕЩЕНИИ СОГЛАСНО ГОСТ 30494

М.1 Расходы воздуха систем вентиляции, принимаемые для обеспечения качества воздуха, зависят от количества людей в помещении, их деятельности, технологических процессов (выделений загрязняющих веществ от бытовой и оргтехники, строительных материалов, мебели и др.).

Применение методики на основе расчета допустимых концентраций загрязняющих веществ позволяет определить воздухообмен с учетом загрязнений наружного воздуха и заданного уровня качества воздуха (комфорта) в помещении.

При этом определяющим вредным веществом является углекислый газ ($CO_2$), выдыхаемый людьми. Эквивалентом вредных веществ, выделяемых ограждениями, мебелью, коврами и др., принимается также углекислый газ ($CO_2$). Требования к качеству воздуха в помещениях следует принимать по заданию на проектирование согласно таблице М.1.

Примерное содержание загрязнений в наружном воздухе приведено в таблице М.2.

М.2 Количество наружного воздуха, подаваемого в помещение системой вентиляции в расчете на одного человека для обеспечения заданного качества воздуха, зависит от концентрации углекислого газа в наружном воздухе и эффективности воздухораспределения в помещении. В зависимости от эффективности системы воздухораспределения необходимый расход наружного воздуха $L$, м$^3$/ч, в системе вентиляции следует определять по формуле

$$L = \eta \cdot L_{\delta}, \qquad (М.1)$$

где $\eta$ – коэффициент эффективности системы воздухораспределения, определяют расчетом или принимают по таблице М.3;

$L_{\delta}$ – расчетное минимальное количество наружного воздуха, м$^3$/ч.

Рекомендованные значения коэффициента эффективности приведены в таблице М.3.

М.3 Для детских учреждений, больниц и поликлиник следует принимать показатели качества воздуха 1-го класса (см.таблицу М.1).

Для жилых и общественных зданий следует принимать, как правило, класс качества воздуха. Оптимальные показатели воздуха для указанных зданий допускается принимать по

заданию на проектирование с учетом загрязнения наружного воздуха, источника загрязнения воздуха в помещении.

Таблица М.1 – Классификация воздуха в помещениях

| Класс | Качество воздуха в помещении | | Допустимое содержание $CO_2$*, $см^3/м^2$ |
|---|---|---|---|
| | Оптимальное | Допустимое | |
| 1 | Высокое | - | 400 и менее |
| 2 | Среднее | - | 400–600 |
| 3 | - | Допустимое | 600–1000 |
| 4 | - | Низкое | 1000 и более |
| * Допустимое содержание в помещениях принимают сверх содержания в наружном воздухе. | | | |

Таблица М.2 – Примеры содержания загрязнений в наружном воздухе

| Местность | Концентрация в воздухе | | | |
|---|---|---|---|---|
| | $CO_2$, $см^3/м^2$ | CO, $мг/м^3$ | $NO_2$, $кг/м^3$ | $SO_2$, $мкг/м^3$ |
| Сельская местность, существенные источники отсутствуют | 350 | 1 | 5–35 | 5 |
| Небольшой город | 375 | 1–3 | 15–40 | 5–15 |
| Загрязненный центр большого города | 400 | 2–6 | 30–80 | 10–50 |
| Примечание – Приведенные значения являются среднегодовыми. Их не следует использовать при проектировании, поскольку максимальные концентрации будут выше. Для более подробной информации следует выполнить оценку загрязнений на месте. | | | | |

Таблица М.3 – Значения коэффициента эффективности систем воздухораспределения

| Системы воздухораспределения | Коэффициент эффективности системы воздухораспределения |
|---|---|
| Системы естественной вентиляции с периодическим проветриванием | 1,0 |
| Системы механической авторегулируемой вытяжной вентиляции с приточными клапанами в наружных ограждениях | 0,9 |
| Системы приточной вентиляции с подачей воздуха в обслуживаемую зону, в том числе системы вытесняющей вентиляции | 0,6–0,8 |
| Системы персональной вентиляции с подачей приточного воздуха в зону дыхания | 0,3–0,5 |

## **Приложение Н** (справочное)

# КОЛИЧЕСТВО ТЕПЛОТЫ И ВЛАГИ, ВЫДЕЛЯЕМОЕ ЛЮДЬМИ

В таблице Н.1 приведены значения количества теплоты и влаги, выделяемые взрослыми людьми (мужчинами). Для определения количества теплоты и влаги, выделяемых женщинами и детьми, необходимо значения таблицы Н.1 умножить на коэффициенты 0,85 или 0,75 соответственно [12].

Т а б л и ц а Н.1 – Количество теплоты и влаги, выделяемые мужчинами

| Показатели | Количество теплоты, Вт, и влаговыделений, г/ч, выделяемых людьми при температуре воздуха, °С | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 |
| В состоянии покоя | | | | | | |
| Теплота: | | | | | | |
| – явная | 140 | 120 | 90 | 60 | 40 | 10 |
| – полная | 165 | 145 | 120 | 95 | 95 | 95 |
| Влага | 30 | 30 | 40 | 50 | 75 | 115 |
| При легкой работе | | | | | | |
| Теплота: | | | | | | |
| – явная | 150 | 120 | 100 | 65 | 40 | 5 |
| – полная | 180 | 160 | 150 | 145 | 145 | 145 |
| Влага | 40 | 22 | 75 | 115 | 150 | 200 |
| При работе средней тяжести | | | | | | |
| Теплота: | | | | | | |
| – явная | 165 | 135 | 105 | 70 | 40 | 5 |
| – полная | 215 | 210 | 205 | 200 | 200 | 200 |
| Влага | 70 | 110 | 140 | 185 | 230 | 280 |
| При тяжелой работе | | | | | | |
| Теплота: | | | | | | |
| – явная | 200 | 165 | 130 | 95 | 50 | 10 |
| – полная | 290 | 290 | 290 | 290 | 290 | 290 |
| Влага | 135 | 185 | 240 | 295 | 355 | 415 |

## **Приложение П** (справочное)

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ УДАЛЕНИЯ ТЕПЛОИЗБЫТКОВ

В таблице П.1 приведены значения эффективности удаления теплоизбытков из воздуха помещений, $K_t$, в зависимости от способа подачи воздуха и величины удельных теплоизбытков в помещении.

Таблица П.1 – Эффективность удаления теплоизбытков из помещений

| Подача воздуха | Удельные избытки теплоты Вт на 1 м$^3$ помещения | | |
|---|---|---|---|
| | <20 | 20–50 | >50 |
| Непосредственно в рабочую зону | 1,3 | 1,2 | 1,05 |
| Наклонными струями в направлении рабочей зоны:<br>– с высоты более 4 м<br>– с высоты менее 4 м | <br>1,15<br>1 | <br>1,1<br>1 | <br>1<br>1 |
| Сосредоточенно, выше рабочей зоны | 0,95 | 1 | 1 |
| Сосредоточенно, выше рабочей зоны с использованием направляющих сопел | 1 | 1 | 1 |
| Сверху вниз:<br>– настилающимися струями<br>– каноническими струями<br>– плоскими струями | <br>0,95<br>1,05<br>1,1 | <br>1<br>1<br>1,05 | <br>1<br>1<br>1 |

**Приложение Р** (справочное)

# ФОРМА ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ ТИПОВЫХ ПРОФИЛЕЙ РЕЖИМОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОМЕЩЕНИЙ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Таблица Р.1 – Форма типового профиля режимов эксплуатации помещений жилых и общественных зданий

| час | Количество людей, $N_л(\tau)$, чел. | Количество работающего оборудования, $N_{об}(\tau)$, шт. | Вредные вещества, выделяющиеся в помещении | | | | Тепло-избытки, Вт | Влагоизбытки | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | наименование | $m_{р.о}(\tau)$, мг/ч | $q_{о.з}(\tau)$, мг/м$^3$ | $q_{уд}(\tau)$, мг/м$^3$ | | $g(\tau)$, г/ч | $d_{о.з}(\tau)$, г/кг | $d_{уд}(\tau)$, г/кг |
| 00:00 | | | | | | | | | | |
| 01:00 | | | | | | | | | | |
| 02:00 | | | | | | | | | | |
| … | | | | | | | | | | |
| 24:00 | | | | | | | | | | |

## **Приложение С** (справочное)

# ФОРМА ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ ТИПОВЫХ ПРОФИЛЕЙ МИНИМАЛЬНОГО ВОЗДУХООБМЕНА ДЛЯ ПОМЕЩЕНИЙ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Таблица С.1 – Форма типового профиля минимального воздухообмена для помещений жилых и общественных зданий, в которых отсутствуют выделения вредных веществ

| час | Подача воздуха | | | Удаление воздуха | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $k(\tau)$, $м^3/(ч \cdot м^2)$ | $m(\tau)$, $м^3/ч$ | $n(\tau)$, $ч^{-1}$ | Доля от расхода приточного воздуха, д.ед. | $m(\tau)$, $м^3/ч$ | $n(\tau)$, $ч^{-1}$ |
| 00:00 | | | | | | |
| 01:00 | | | | | | |
| 02:00 | | | | | | |
| … | | | | | | |
| 24:00 | | | | | | |

Примечания

1. $k(\tau)$ – нормируемый расход приточного воздуха на 1 $м^2$ пола помещения, $м^3/(ч \cdot м^2)$, указываемый для каждого часа в течение суток;

2. $m(\tau)$ – нормируемый удельный расход воздуха, $м^3/ч$, на одного человека (посетителя), на одно рабочее место, или единицу оборудования, указываемый для каждого часа в течение суток;

3. $n(\tau)$ – кратность воздухообмена, $ч^{-1}$, указываемая для каждого часа в течение суток.

Таблица С.2 – Форма типового профиля минимального воздухообмена для помещений общественных зданий, в которых выделяются вредные вещества или имеются тепло-, влагоизбытки

| час | Расход приточного воздуха, $м^3/ч$ | Расход удаляемого воздуха, $м^3/ч$ | Расход воздуха, удаляемого местными отсосами из зоны обслуживания, $L_{м.о}(\tau)$, $м^3/ч$ |
|---|---|---|---|
| 00:00 | | | |
| 01:00 | | | |
| 02:00 | | | |
| … | | | |
| 24:00 | | | |

Примечания

1. В столбце 1 для каждого часа в течение суток указывается расход приточного воздуха, рассчитанный по формулам (7), (8), (11), (14), (15), (21) или (22).

2. В столбце 2 для каждого часа в течение суток указывается расход удаляемого воздуха из помещения, определенный в соответствии с расходом приточного воздуха, указанного в столбце 2.

3. В столбце 3 для каждого часа в течение суток указывается расход воздуха, удаляемого местными отсосами из зоны обслуживания.

## **Приложение Т** (справочное)

# ПРИМЕР РАСЧЕТА МИНИМАЛЬНОГО ВОЗДУХООБМЕНА ОФИСНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ НА ОСНОВЕ ТИПОВОГО ПРОФИЛЯ

Т.1 Офисные помещения № 301–303 расположены в административном здании в Москве. Геометрические характеристики офисных помещений представлены в таблице Т.1.

Таблица Т.1 – Геометрические характеристики офисных помещений

| Номер помещения | Объем помещения, $м^3$ | Площадь пола помещения, $м^2$ |
|---|---|---|
| 301 | 72 | 24 |
| 302 | 54 | 18 |
| 303 | 90 | 30 |

Площадь пола, приходящаяся на одного сотрудника, для рассматриваемых офисных помещений составляет 6 $м^2$. Часы работы офисных помещений с 9:00 до 18:00 часов в будни, в выходные дни помещения не эксплуатируются.

В офисных помещениях предусмотрена механическая приточная система вентиляции.

Т.2 Согласно СП 60.13330.2016 (приложение К), минимальный расход наружного воздуха в помещениях без естественного проветривания составляет 60 $м^3/ч$ на человека. В часы, когда помещение не эксплуатируется, допускается снижение воздухообмена до 0,2 $ч^{-1}$. В таблице Т.2 приведен типовой профиль минимального воздухообмена для рабочего дня для рассматриваемых помещений.

Т.3 Расход приточного воздуха в офисных помещениях рассчитывают согласно типовому профилю (таблица Т.2) по формуле (2), с 18:00 до 8:00 часов соответственно:

$$L_{301,кр} = 0,2 \cdot 72 = 14,4 \text{ м}^3/ч,$$

$$L_{302,кр} = 0,2 \cdot 54 = 10,8 \text{ м}^3/ч,$$

$$L_{303,кр} = 0,2 \cdot 90 = 18,0 \text{ м}^3/ч.$$

Расход приточного воздуха в офисные помещения, с 8:00 до 18:00 часов рассчитывают согласно типовому профилю (таблица Т.2) по формуле (4):

$$L_{301,норм} = 60 \cdot 4 = 240 \text{ м}^3/ч,$$

$$L_{302,норм} = 60 \cdot 3 = 180 \text{ м}^3/ч,$$

$$L_{303,норм} = 60 \cdot 5 = 300 \text{ м}^3/ч.$$

Таблица Т.2 – Типовой профиль минимального воздухообмена для рабочего дня для офисного помещения

| час | Подача воздуха в помещение | |
|---|---|---|
| | $m(\tau)$, $м^3/ч$ | $n(\tau)$, $ч^{-1}$ |
| 00:00 | | 0,2 |
| 01:00 | | 0,2 |
| 02:00 | | 0,2 |
| 03:00 | | 0,2 |
| 04:00 | | 0,2 |
| 05:00 | | 0,2 |
| 06:00 | | 0,2 |
| 07:00 | | 0,2 |
| 08:00 | 60 | |
| 09:00 | 60 | |
| 10:00 | 60 | |
| 11:00 | 60 | |
| 12:00 | 60 | |
| 13:00 | 60 | |
| 14:00 | 60 | |
| 15:00 | 60 | |
| 16:00 | 60 | |
| 17:00 | 60 | |
| 18:00 | | 0,2 |
| 19:00 | | 0,2 |
| 20:00 | | 0,2 |
| 21:00 | | 0,2 |
| 22:00 | | 0,2 |
| 23:00 | | 0,2 |
| 24:00 | | 0,2 |

## Библиография

1. СанПиН 2.1.2.2645-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях»

2. ГН 2.1.6.3492-17 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений». Утверждены Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 22.12.2017 № 165

3. ГН 2.1.6.2309-07 «Атмосферный воздух и воздух закрытых помещений, санитарная охрана воздуха. Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест». Утверждены Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 19.12.2007 № 92

4. ГН 2.2.5.3532-18 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны». Утверждены Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 13.02.2018 № 25

5. СанПиН 2.1.3.2630-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность»

6. СанПиН 2.4.1.3049-13 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы дошкольных образовательных организаций»

7. СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей»

8. СанПиН 2.1.2.1188-03 «Плавательные бассейны. Гигиенические требования к устройству, эксплуатации и качеству воды. Контроль качества»

9. СанПиН 2.1.2.2631-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к размещению, устройству, оборудованию, содержанию и режиму работы

организаций коммунально-бытового назначения, оказывающих парикмахерские и косметические услуги»

10. СанПиН 2.6.1.1192-03 «Ионизирующее излучение, радиационная безопасность. Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований»

11. СанПиН 2.1.7.2790-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к обращению с медицинскими отходами»

12. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн.1. – Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера. – М.: Стройиздат, 1992, 320 с.

УДК 697.12 ОКС 91.140.30

Ключевые слова: минимальный воздухообмен, допустимое качество воздуха, удельные нормы и кратности воздухообмена, вентиляция, жилые и общественные здания

gost.e-ecolog.ru