

В этой статье мы рассмотрим основные нормативы, которые регулируют концентрацию углекислого газа в помещениях, приведём оптимальные и допустимые значения в зависимости от класса помещений.

На примерах покажем, какое на самом деле может быть содержание углекислого газа в разных ситуациях и ответим на вопрос, как обеспечить оптимальный уровень CO₂ в помещении.

Содержание

1. [CO₂ — основной показатель свежести воздуха](#)
2. [Нормы концентрации углекислого газа в помещении по ГОСТ](#)
3. [Нормы концентрации CO₂ для разных помещений](#)
4. [Субъективные показатели свежести](#)
5. [Основные причины повышения CO₂ в помещении](#)
6. [Как обеспечить оптимальный уровень CO₂](#)
7. [Выводы](#)

CO₂ — основной показатель свежести воздуха

Свежесть воздуха — это эмпирическая величина, которая показывает, насколько хорошо воздух насыщает организм кислородом, насколько им легко и приятно дышать. Но содержание кислорода трудно измерять: датчики сложные и дорогостоящие. Поэтому изначально в индустрии климата так сложилось, что свежесть воздуха стали оценивать по уровню CO₂.

Свежесть воздуха оценивают по содержанию в нём углекислого газа — CO₂

Углекислый газ выбрали для оценки качества воздуха из-за того, что его можно измерить с высокой точностью и из-за его сильного влияния на состояние организма человека. По его концентрации судят также о содержании в воздухе других вредных веществ.

CO₂ — углекислый газ или диоксид углерода — бесцветный газ, который не имеет запаха при малых концентрациях. Углекислый газ выделяется людьми, животными и растениями, например, организм человека способен выделить около 1 кг углекислого газа в сутки. Существует прямая связь между концентрацией CO₂ и ощущением духоты. Это ощущение возникает у здорового человека уже на уровне 0,08% (т. е. 800 ppm).

В высоких концентрациях углекислый газ токсичен, его относят к удушающим газам и IV классу опасности. При повышении концентрации CO₂ в воздухе (0,15%—0,2% или 1500—2000 ppm), возникает общая вялость, снижается работоспособность и концентрация внимания, появляется сонливость и слабость. Содержание CO₂ свыше 0,7% или 7000 ppm считается опасным для здоровья человека.

Концентрацию углекислого газа оценивают в PPM (частей на миллион) — количество кубических сантиметров CO₂ на 1 кубометр воздуха. То есть, когда говорят уровень CO₂ в помещении составляет 800 ppm — это означает, что в 1 м³ воздуха содержится 800 см³ CO₂.

Хотите узнавать о новых статьях, акциях и распродажах первыми?
Подписывайтесь на нас в социальных сетях!

Нормы концентрации углекислого газа в помещении по ГОСТ

Оптимальные и допустимые значения содержания углекислого газа в помещении установлены в ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях».

Оптимальным содержанием углекислого газа в помещении называются показатели, которые обеспечивают нормальное состояние организма и ощущение комфорта. Допустимые показатели — это значения, которые при длительном воздействии на человека могут привести к ощущению дискомфорта, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности, но при этом не вызывают ухудшение здоровья.

Таблица 4 — Классификация воздуха в помещениях

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

Нормы содержания углекислого газа в помещениях. ГОСТ 30494-2011.

Согласно ГОСТ, оптимальное содержание углекислого газа для жилых помещений — до 400 ppm. Но в поступающем с улицы воздухе уже содержится CO₂, поэтому для расчётов допустимых норм показатели качества воздуха в помещении суммируются с показателями содержания загрязнений в наружном воздухе.

Таблица 5 — Примеры содержания загрязнений в наружном воздухе

Местность	Концентрация в воздухе			
	CO ₂ , см ³ /м ³	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.				

Содержание углекислого газа в наружном воздухе. ГОСТ 30494-2011.

Таким образом, для жителей больших городов оптимальным содержанием CO₂ в помещении является 800 ppm. Это считается высоким качеством воздуха. Допустимая концентрация углекислого газа находится в пределах 1000—1400 ppm. Концентрация свыше этих показателей говорит о низком качестве воздуха, что негативно влияет на организм человека.

Оптимальное содержание CO₂ в помещении — 800 ppm

Согласно ГОСТ, допускается превышение нормы CO₂ до 1400 ppm, но физиологи рекомендуют считать верхние допустимые значения в 800–1000 ppm.

Ещё в 60-х годах 20-го века изучением влияния углекислого газа на человека занималась Елисеева О.В. — отечественная учёная, которая провела исследования по допустимой концентрации CO₂ в помещении. В своей диссертации «Биологическое действие двуокси углерода на организм человека и гигиеническая оценка её содержания в воздухе общественных зданий» она исследовала влияние углекислого газа на человека в концентрации 1000–5000 ppm.

Она отметила, что при таких показателях нарушается работа дыхательной системы и системы кровообращения, а также значительно ухудшается активность головного мозга. Согласно её выводам, уровень CO₂ в помещении не должен превышать 0,1% (1000 ppm), а среднее содержание CO₂ должно быть около 0,05% (500 ppm).

Нормы концентрации CO₂ для разных помещений

Оценивая качество воздуха в помещении, стоит учитывать его категорию. Так как для квартир и жилых помещений требования более жёсткие, чем для офисных или производственных. Это связано с тем, что жилые помещения предназначены, в том числе и для отдыха, а для полноценного восстановления организма необходимо обеспечить высокое качество воздуха.

Согласно ГОСТ, помещения подразделяются на следующие категории.

- ✔ **Помещения 1-й категории** — это помещения, в которых люди находятся в состоянии покоя и отдыха, то есть жилые помещения, отели.
- ✔ **Помещения 2-й категории** — это помещения, в которых люди заняты умственным трудом, учёбой, сюда можно отнести как учебные заведения, так и офисы.
- ✔ **Помещения 3-й категории** — это помещения с массовым пребыванием людей, сюда относятся офисы, производственные предприятия и все общественные заведения.
- ✔ **Помещения 4-й категории** — помещения для занятий подвижными видами спорта, то есть все спортивные залы, фитнес-центры и клубы, спортивные секции и т.д.

Нормы содержания углекислого газа для жилых помещений

Жилые помещения относятся к 1-й категории. Для того чтобы добиться высокого качества воздуха в квартире в большом городе, уровень CO₂ не должен превышать 800 ppm. Для загородных домов требования выше — воздух будет считаться качественным, если содержание CO₂ ниже 750 ppm.

Оптимальную концентрацию можно соблюсти, если в помещении находится 1 человек, открыта форточка и хорошо работает вытяжная вентиляция. Если в комнате будет находиться 2–3 человека, то уровень углекислого газа начнёт нарастать до 1000–1200 ppm и форточка уже не спасёт, нужно полноценное проветривание через открытые окна. А за одну ночь в помещении с закрытыми окнами при нахождении в нём 2-х человек, уровень CO₂ с допустимого повышается до 2000 ppm. Если оставить окно на микропроветривание (щель), то уровень CO₂ будет держаться на значениях в 1200–1300 ppm., что превышает норму на 400–500 ppm.

Таким образом, для поддержания оптимального уровня углекислого газа в помещении, где находится несколько человек, необходимо регулярное проветривание или система приточной вентиляции.

Рассмотрим на примере

- » Измерения показывают, что в среднем за 1 час человек вырабатывает около 20 л. углекислого газа или 0,02 м³. Предположим, что в комнате 18 м² находится семья из 3-х человек, за 1 час при закрытых окнах они выдохнут 0,06 м³ CO₂ в воздух (0,02 м³/ч на 1 человека). Объём комнаты — 54 м³. В процентном соотношении объём CO₂ в комнате — 0,1111%. Переводим проценты в ppm (частей на миллион) и получаем 1111 ppm. То есть семья из 3-х человек за час вырабатывает количество углекислого газа, которое превышает оптимальные значения по ГОСТ.

Хотите поддерживать уровень углекислого газа дома в норме?

Получите консультацию прямо сейчас!

Нормы содержания углекислого газа для офисных помещений

Офисы относятся ко 2-му и 3-му классам помещений, поэтому оптимальным содержанием углекислого газа считаются значения 800–1000 ppm, а допустимым — 1000–1400 ppm.

Но на практике поддерживать допустимый уровень CO₂ в офисе — трудновыполнимая задача, так как не всегда есть возможность регулярно проветривать помещение — рабочие места некоторых сотрудников расположены рядом с окном и им будет некомфортно или холодно сидеть у постоянно открытого окна.

Кондиционер также не решит проблему, так как не отвечает за поступление свежего воздуха с улицы, а гоняет воздух внутри помещения, охлаждая его. То есть становится прохладнее и многие ошибочно думают, что воздух стал свежим. Но это не так, уровень содержания углекислого газа будет только расти.

Рассмотрим на примере

- » Рассмотрим офисное помещение 30 м², в котором находится 6 сотрудников, за 1 час они выработают 0,12 м³ CO₂ (0,02 м³/ч на 1 человека). Объём офиса — 81 м³, в процентном соотношении объём CO₂ — 0,1481 или 1481 ppm. То есть уже через час при закрытых окнах уровень CO₂ превысит допустимые нормы.

Более подробно о том, как создать комфортный микроклимат в офисе, мы рассказываем в статье [«Душно в офисе. И окна не открыть»](#).

Нормы содержания углекислого газа для школ и учебных заведений

Школы, ВУЗы и другие учебные заведения относятся ко 2-ому классу помещений и оптимальной концентрацией углекислого газа будут считаться показатели, не превышающие 800–1000 ppm.

В среднем в учебных кабинетах, где учится 25–30 человек, концентрация CO₂ колеблется в пределах 2000–2500 ppm — перед началом занятий уровень углекислого газа находится в пределах нормы, но затем начинает неуклонно расти и уже через 20–30 минут накапливается выше нормы в 2 раза.

Проблема вентиляции в школах и других образовательных учреждениях связана с тем, что большинство из них расположены в старых зданиях с устаревшими системами вентиляции. И если раньше вентиляция и работала, то после замены старых окон на пластиковые, классы стали герметичными — углекислый газ быстро накапливается, а свежий воздух не поступает или поступает плохо.

Рекомендуется проветривать классы каждую перемену, но за это время воздух не сможет полностью обновиться, поэтому нужна система принудительной приточной вентиляции.

Рассмотрим на примере

» Возьмём стандартный класс площадью 64 м², в нём находится 25 учеников и учитель, урок длится 45 минут, за это время 26 человек выдохнут 0,58 м³ углекислого газа. Объём класса — 192 м³, объём CO₂ в классе — 0,3020% или 3020 ppm, что в 3 раза превышает оптимальные показатели.

Нормы содержания углекислого газа для спортивных залов и клубов

Помещения для занятий спортом относятся к 4-ому классу помещений, в них допустимым содержанием CO₂ является 1400 ppm.

Количество углекислого газа в помещении зависит не только от количества человек, находящихся в нём, но и от вида их деятельности. Чем активнее деятельность, тем больше углекислого газа выделяется. Физические упражнения можно отнести к тяжёлой работе, получается, что занимаясь спортом, человек вырабатывает в 5 раз больше углекислого газа, чем человек, который просто сидит.

Активность	qV_{CO_2} , л/ч
Сидячая работа	15-20
Легкая работа	20-40
Умеренно тяжелая работа	40-70
Тяжелая работа	70-110

Выделение CO₂ при различных видах физической нагрузки. ГОСТ Р ИСО 16000-26-2015 Воздух замкнутых помещений.

В спортзалах и фитнес-клубах одновременно может находиться большое количество человек, занятых физическими нагрузками, при которых углекислый газ вырабатывается значительно интенсивнее. Например, человек в положении сидя выдыхает 0,02 м³ углекислого газа, а при физических нагрузках —

уже 0,11 м³.

Поэтому для фитнес-клубов обязательным условием является обильное поступление свежего воздуха. Проветривание через окно не эффективно и может привести к возникновению сквозняков, что для спортзалов недопустимо. Необходимо организовать систему вентиляции, которая обеспечит приток свежего воздуха и удаление отработанного.

Рассмотрим на примере

» Площадь тренажёрного клуба мини-формата 200 кв.м. По санитарным нормам на 1 посетителя должно приходиться не менее 5 м². Предположим, что требование соблюдаются и в зале одновременно находится не более 40 человек. За 1 час интенсивных физических упражнений они выработают 4,4 м³ CO₂ (0,11 м³ на человека). Объём помещения — 700 м³, доля содержания CO₂ — 0,6285% или 6285 ppm. То есть за 1 час при отсутствии приточного воздуха уровень углекислого газа может превысить норму почти в 5 раз, такая концентрация близка к критичной для здоровья человека.

Субъективные показатели свежести

Уровень углекислого газа необходимо измерять, так как он оказывает прямое влияние на организм человека, но мы не можем оценить его объективно без специальных приборов и зачастую ориентируемся только на собственные ощущения.

Запах свежести

Человек ассоциирует свежий воздух с различными запахами: запахом «после дождя», запахом травы или листьев. Мы привыкли ощущать свежесть сразу, как открываем окно. Но этот воздух нельзя назвать свежим. Хотя запах сам по себе не является загрязнителем, но он указывает на наличие в воздухе загрязнителя.

Если воздух пропускать через эффективные фильтры, например, через HEPA и угольный, то воздух очищается от этих запахов. Такой воздух кажется менее свежим, но это просто субъективное ощущение. Если измерить уровень CO₂ с помощью датчика, то можно убедиться, что он в норме.

Ощущение, что воздух свежий, потому что пахнет, как «после дождя», обманчиво. На самом деле пахнет мокрой землёй, а значит, в воздухе есть загрязнитель.

Прохлада как свежесть

Часто свежесть ассоциируют с прохладой — это ещё одно заблуждение. В помещении может быть пониженная температура, но высокий уровень CO₂. Многие пытаются решить проблему духоты с помощью кондиционера.

К сожалению, кондиционеры не помогут, так как они не подают свежий воздух с улицы в помещение, а просто его охлаждают. Кондиционер берёт воздух из помещения, прогоняет через себя, охлаждает и подаёт обратно в помещение. Температура понижается, но уровень CO₂ повышается, так как притока нового воздуха не было.

Подробнее о том, почему кондиционеры не делают воздух свежим, мы рассказываем в

Основные причины повышения CO₂ в помещении

Существует несколько основных причин повышенного уровня CO₂ в помещении.

- 1 Первая причина — это люди, одновременно находящиеся в помещении**, и их деятельность. Чем больше людей, тем активнее вырабатывается углекислый газ. Особо остро эта проблема стоит в офисах. Офисному сотруднику должна обеспечиваться площадь рабочего места не менее 4,5 м². Но работодатели часто не соблюдают нормативы и получается, что в маленьком офисе одновременно находится большое количество активно дышащих людей. Поддерживать уровень углекислого газа в пределах нормы в подобной ситуации достаточно проблематично.
- 2 Вторая — это герметичные пластиковые окна.** Изначально здания проектировались так, чтобы воздух поступал через щели в окнах или через неплотности в строительных конструкциях. Но в погоне за утеплением и шумоизоляцией, массовой заменой обычных окон на герметичные пластиковые, люди совершенно забыли о том, как воздух будет поступать в помещение. В новых домах с пластиковыми окнами проектировщики это предусмотрели и на этапе проектирования закладывают наличие приточных клапанов.
- 3 Третья причина — неработающая вытяжка.** По мере эксплуатации вентиляционные вытяжки сильно засоряются, это приводит к слабой тяге и как следствие низкому уровню притока свежего воздуха с улицы. Нередки ситуации, когда во время ремонта вентиляционные отверстия и вовсе заделывают, что полностью останавливает работу вентиляционной системы. Нет тяги в системе вентиляции — нет притока свежего воздуха с улицы.

Как обеспечить оптимальный уровень CO₂

Решить проблему повышенного содержания углекислого газа в помещении можно только одним способом — это замена выработанного воздуха, насыщенного CO₂, свежим с улицы — то есть проветриванием. Это можно сделать, открыв окно, или с помощью системы приточной вентиляции.

Понижение уровня углекислого газа с помощью окна

Самый простой — это проветривание через окно. Как правило, проветривание длится не более 10–15 минут, за такое время воздух не сможет обновиться полностью, необходимо проветривать часто. Но в помещениях, где на протяжении длительного времени находятся люди, частые проветривания практически невозможны, так как этот способ имеет ряд значительных недостатков.



Помимо резкого потока холодного воздуха, поступающего в зимний период, к недостаткам проветривания через открытое окно относятся шум, пыль, пыльца и аллергены с улицы. Если помещение располагается не в самом экологически благоприятном районе города, то к шуму и пыли можно добавить бензол, толуол, фенол, формальдегид и другие органические соединения, которые содержатся в воздухе.

Также открытые окна представляют опасность для детей и животных, подробнее об этом мы рассказываем в статье [«Ребёнок у окна. Как сделать дом безопасным»](#).

Есть ещё один неочевидный минус — это износ фурнитуры: чем чаще мы открываем окно, тем быстрее изнашивается фурнитура и уплотнители, провисают створки. В итоге снижается тепло и звукоизоляция — то, ради чего и покупались дорогостоящие окна.

Понижение уровня углекислого газа с помощью систем приточной вентиляции

Решить проблему открытого окна можно с помощью системы приточной вентиляции. Существуют различные виды таких систем — от примитивных бюджетных приточных клапанов до дорогостоящей централизованной системы вентиляции.

Все они нацелены на решение основной задачи — приток в помещение воздуха с улицы. Каждая система обладает рядом преимуществ и недостатков, и определённым набором функций — фильтрация, подогрев воздуха, увлажнение и т.д.

Некоторые из этих систем недостаточно производительны и не могут обеспечить необходимый приток воздуха в расчёте 30 м³/ч на человека, например, приточные клапаны или рекуператоры. Другие экономические целесообразно применять только на больших объектах, например, централизованные системы вентиляции. А установку системы с наружным блоком типа Ventmachine, необходимо будет согласовать с Управляющей компанией, так как она монтируется на фасад.

Когда речь идёт о квартире, небольшом офисе или учебном классе (помещения 1-ой и 2-ой категории), наиболее правильным решением станет установка датчика CO₂ и компактного приточного комплекса — бризера. Уровень CO₂ будет поддерживаться в оптимальных значениях и решатся проблемы открытого

окна.



Бризер — что это?

Что такое бризер, принцип работы, функции и характеристики

Бризер принудительно подаёт в помещение необходимое количество воздуха с улицы, пропускает его через многоступенчатую систему фильтрации и подогревает до комфортной температуры. За счёт активного притока отработанный и насыщенный CO₂ воздух выталкивается в вытяжную вентиляцию. Таким образом нормализуется уровень углекислого газа в помещении.



Бризер подаёт воздух с улицы, пропускает его через систему фильтрации и подогревает до комфортной температуры

Работу бризера можно настроить по уровню CO₂ с помощью датчика. Бризер будет получать показатели о содержании углекислого газа в помещении с внешнего датчика и сам выберет нужную скорость, которая приведёт текущие значения к оптимальным.

Например, с помощью устройства Magic Air можно задать уровень CO₂ в 800 ppm, датчик будет непрерывно анализировать концентрацию углекислого газа и выбирать скорость подачи свежего воздуха, которая будет поддерживать CO₂ в пределах оптимального значения в 800 ppm. Подробнее о системе Magic Air мы рассказываем в нашей статье [«Зачем нужна система MagicAir?»](#).

Выводы

- 1 В помещении важно поддерживать оптимальную концентрацию уровня CO₂, так как углекислый газ оказывает негативное влияние на организм человека. Существует ГОСТ, который регулирует оптимальные и допустимые показатели для разных категорий помещений.
- 2 Оптимальный уровень CO₂ в помещении — 800 ppm — такой воздух считается качественным. Допустимая концентрация углекислого газа находится в пределах 1000–1400 ppm.
- 3 Чтобы поддерживать оптимальные параметры CO₂ в помещении, необходима установка системы приточной вентиляции, так как проветривание через окно не всегда эффективно и имеет ряд существенных недостатков.
- 4 Из всех систем приточной вентиляции именно бризеры наиболее эффективно справляются с повышенным содержанием углекислого газа. Бризер позволяет проветривать помещение с закрытыми окнами 24 часа в сутки 365 дней в году и поддерживать оптимальный уровень CO₂.