

УДК 614.8
<https://doi.org/10.32686/1812-5220-2023-20-3-50-59>

ISSN 1812-5220
© Проблемы анализа риска, 2023

Факторы снижения качества воздуха в общественных и жилых помещениях

**Малышев В.П.*,
Виноградов О.В.,
Родионов И.А.,**

Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (федеральный центр науки и высоких технологий)
121352, Россия, г. Москва, ул. Давыдовская, д. 7

Аннотация

В настоящей статье представлены характеристики опасных химических веществ, которые могут находиться в общественных и жилых помещениях, рассмотрены возможные источники выделения опасных химических веществ в воздушную среду помещений, рассмотрен углекислый газ как дополнительный фактор ухудшения качества воздуха в помещениях.

Ключевые слова: качество воздуха; загрязнители воздуха; состав воздуха в помещении; углекислый газ; влияние углекислого газа на организм.

Для цитирования: Малышев В.П., Виноградов О.В., Родионов И.А. Факторы снижения качества воздуха в общественных и жилых помещениях // Проблемы анализа риска. 2023. Т. 20. № 3. С. 50–59, <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2023-20-3-50-59>

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Factors of Air Quality Reduction in Public and Residential Premises

**Vladlen P. Malyshev*,
Oleg V. Vinogradov,
Igor A. Rodionov,**

All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergency Situations of EMERCOM of Russia,
Davydkovskaya str., 7, Moscow, 121352, Russia

Abstract

This article presents the characteristics of hazardous chemicals that can be found in public and residential premises, considers possible sources of release of hazardous chemicals into the indoor air environment, considers carbon dioxide as an additional factor in the deterioration of indoor air quality.

Keywords: air quality; air pollutants; indoor air composition; carbon dioxide; the effect of carbon dioxide on the body.

For citation: Malyshev V.P., Vinogradov O.V., Rodionov I.A. Factors of air quality reduction in public and residential premises // Issues of Risk Analysis. 2023;20(3):50-59, (In Russ.), <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2023-20-3-50-59>

The authors declare no conflict of interest.

Содержание

Введение

1. Общая характеристика и классификация опасных химических веществ, которые могут находиться в помещениях жилых и общественных зданий
2. Накопление углекислого газа в помещениях жилых и общественных зданий
3. Влияние углекислого газа на организм человека
4. Результаты экспериментальных исследований динамики изменения концентрации углекислого газа в воздухе помещения

Заключение

Литература

Введение

Внешняя среда оказывает большое влияние на здоровье человека. Наблюдения показывают, что жители городов большую часть жизни проводят в помещениях (дома, на работе, в общественных местах). От качества воздушной среды, температурных, световых и физико-химических характеристик этих помещений во многом зависит здоровье граждан [1].

Учет влияния опасных факторов нахождения людей в помещениях, достоверные прогнозные оценки их воздействия на организм человека позволят заблаговременно принять необходимые меры по защите граждан и смягчению последствий от неблагоприятного воздействия негативных факторов.

В настоящее время принято выделять пять основных факторов, оказывающих существенное воздействие на здоровье и самочувствие граждан [1]:

- микроклиматический фактор;
- радиационный фактор;
- электромагнитное излучение;
- микробиологический фактор;
- токсико-химический фактор.

Токсико-химический фактор, как наиболее распространенный, целесообразно оценивать особенно тщательно. Он определяется наличием в воздушной среде помещений паров опасных химических веществ, которые поступают за счет применения экологически «грязных» строительного-отделочных материалов, мебели, использования продукции бы-

товой химии, косметических, лекарственных препаратов, поступления извне вследствие промышленных выбросов и эксплуатации автотранспортных средств, а также образования опасных концентраций углекислого газа в местах пребывания людей в помещениях [2].

В связи с этим целями исследования являются анализ потенциальных загрязнителей воздуха в помещениях жилых и общественных зданий, оценка влияния углекислого газа на качество воздуха в помещениях.

1. Общая характеристика и классификация опасных химических веществ, которые могут находиться в помещениях жилых и общественных зданий

Опасные химические вещества по характеру действия делятся на вещества раздражающего, прижигающего, удушающего, общетоксического действия, вызывая ожоги, нервные, респираторные, сердечно-сосудистые, желудочно-кишечные, мутагенные, аллергенные и канцерогенные болезни. На основании обобщения результатов химико-аналитической оценки различных строительных материалов, мебели и других бытовых изделий к возможным источникам выделения вредных веществ в воздушную среду помещений могут быть отнесены следующие изделия, приведенные в табл. 1 [1, 3—5].

Таблица 1. Данные по выделению вредных веществ различными строительными материалами и бытовыми изделиями

Table 1. Data on the release of harmful substances by various building materials and household products

№ п/п	Наименование материалов или изделий	Возможные летучие вредные вещества или аэрозоли
1	Линолеум	Бензол, толуол, кумол, бутилацетат, хлороформ, четыреххлористый углерод, изопротил бензол, триметилбензол
2	Герметизирующая рецептура на основе фенол-резольного пенопласта	Фенол, формальдегид, орто- и паракрезолы, этилбензол
3	Древесно-стружечные плиты и мебель, изготовленная из них	Фенол, формальдегид, орто- и пара-крезолы, бутилацетат
4	Бумажные обои с клеем	Этилацетат, камфара, метиловый спирт, толуол, ксилол
5	Синтетические обои с полимерным или металлизированным покрытием	Стирол, бутиловый спирт, этилбензол, фталаты, хром, марганец, цинк, медь, свинец
6	Герметизирующие ленты	Толуол, фталаты, четыреххлористый углерод, хлорфенол, октил

Окончание таблицы 1

End of table 1

№ п/п	Наименование материалов или изделий	Возможные летучие вредные вещества или аэрозоли
7	Мастики клеящие	Формальдегид, нафтол, фталаты, этилацетат, октил
8	Мебель из дерева, паркет, половая доска	Формальдегид, толуол, дифенилэтан, хлорфенол, бутиловый спирт, бутилацетат
9	Битумные мастики, смоляная пакля	Стирол, бензол, фенол, крезолы, толуол, ксилол, этилбензол, хлороформ
10	Изделия из полихлорвиниловых пластиков	Хлорвинил, фталаты, хлористый водород
11	Лакокрасочные покрытия на основе солей свинца (свинцовый сурик)	Свинец, этилбензол, бутилацетат, скипидар, амиловый спирт
12	Изделия из асбестосодержащих материалов: кабины санузлов, вентиляционные колодцы, подоконники	Асбестовые волокна, пыль, кальций, магний, кремний
13	Ковровые изделия	Нафталин, хлорфенол, бутиловый спирт, этилацетат
14	Ковролин с клеящим составом	Фталаты, нафтол, диметиланилин, ксилол

Воздушные среды помещений могут также загрязняться продуктами табакокурения, веществами, образующимися в ходе приготовления пищи, средствами личной гигиены, косметики, лекарственными и моющими препаратами. Кроме этого вредные вещества могут поступать в помещения с наружным воздухом. В крупных мегаполисах основной вклад в загрязнение воздушной среды вносит автотранспорт, который выделяет двуокись азота, окись углерода, фенол, аммиак, свинец, бензопириен и другие вредные веществ [6].

Исторические центры многих городов Европы, включая Москву, сильно загрязнены тяжелыми металлами: цинком, свинцом, кадмием, медью, никелем и хромом. Это обусловлено разрушением старых покрытий стен зданий. Минеральные покрытия старых зданий содержат значительное количество оксидов тяжелых металлов и, разрушаясь, загрязняют воздушную среду и почву городов. Промышленные предприятия, имеющие химические, нефтехимические, литейные и другие химически опасные производства, также вносят свой вклад в загрязнение воздушной среды.

Имели место случаи загрязнения жилых и учебных помещений, когда из-за небрежного обращения с опасными химическими веществами, а также

в результате преднамеренных действий озорных подростков, психически ненормальных или экстремистски настроенных людей учебные классы, подъезды домов, помещения общественного пользования подвергаются заражению сильно пахнущими или ядовитыми веществами. Опыт ликвидации подобных чрезвычайных ситуаций имеется у многих поисково-спасательных формирований МЧС России в крупных городах.

Контроль состояния воздушной среды помещений на содержание вредных веществ проводится на химико-аналитической аппаратуре. Определение органических веществ осуществляется с помощью хроматографической и хромато-масс-спектрометрической аппаратуры. Для определения неорганических веществ обычно используются атомно-эмиссионная аппаратура или масс-спектрометры с индуктивно связанной плазмой. Для количественного определения аэрозолей и асбестовых волокон используется оптико-электронная микроскопная аппаратура.

Большинство химических загрязнителей воздушной среды жилых помещений обладает широким спектром вредного воздействия. Характер вредного воздействия различных химических веществ приведен в табл. 2 [1].

Таблица 2. Токсические свойства наиболее распространенных загрязнителей воздушной среды квартир

Table 2. Toxic properties of the most common air pollutants of apartments

№ п/п	Наименование вещества	Характер воздействия на организм человека
1	Фенол, орто- и паракрезолы, хлорфенол	Клеточные яды, поражают нервную систему, вызывают раздражение дыхательных путей, расстройство пищеварения, общую слабость, потливость, слезотечение, кожный зуд, раздражительность, бессонницу
2	Формальдегид	Обладает канцерогенными и мутагенными свойствами, вызывает раздражение глаз, органов дыхания, аллергический насморк, трахеиты, бронхиты с астматическими проявлениями
3	Бензол	Поражает нервную систему, вызывает головную боль, одышку, кровоточивость десен
4	Стирол	Обладает ярко выраженным раздражительным действием на слизистые оболочки, вызывает нервные и желудочно-кишечные расстройства, нарушение сна, одышку, сердцебиение
5	Фталаты	Обладают общетоксическим, кумулятивным и раздражительным действием
6	Хлороформ	Обладает канцерогенными свойствами и наркотическим действием, поражает нервную и сердечно-сосудистую системы
7	Псевдокумол	Поражает нервную систему и желудочно-кишечный тракт
8	Асбест	Является канцерогенным веществом, способным вызывать опухоли органов дыхания. Чем короче волокна и меньше их диаметр, тем они опаснее
9	Ртуть	Поражает нервную систему, вызывает слабость, сонливость, головную боль, дрожание конечностей, судороги
10	Свинец	Вызывает расстройства центральной нервной системы, поражает зрение и обоняние, развивается слабость, головная боль, дрожание конечностей, век, языка
11	Медь	Поражает нервную систему, вызывает язву желудка, дерматиты и конъюнктивиты
12	Цинк	Вызывает желудочно-кишечные расстройства, раздражительность, бессонницу, снижение памяти и слуха

2. Накопление углекислого газа в помещениях жилых и общественных зданий

В октябре 2022 г. международная группа ученых заявила, что концентрация углекислого газа в атмосфере Земли достигла 418 ppm, что является самой высокой среднемесячной глобальной концентрацией, когда-либо зарегистрированной [7].

Основными составляющими атмосферного воздуха являются азот, кислород и аргон (табл. 3), доля остальных газов существенно меньше [8].

Азот и аргон являются инертными и не взаимодействуют с организмом человека. Состав вдыхаемого и выдыхаемого воздуха приведен в табл. 4 [9].

Степень усвоения кислорода невелика, около 0,25. После вдоха организм выдыхает обратно основную часть кислорода. Углекислый газ практически

Таблица 3. Химический состав осушенного воздуха [8]

Table 3. Chemical composition of the dried air

Вещество	Обозначение	Доля в воздухе, % об.
Азот	N ₂	78,084
Кислород	O ₂	20,946
Аргон	Ar	0,934
Углекислый газ	CO ₂	0,03
Неон	Ne	0,001818
Криптон	Kr	0,000114
Метан	CH ₄	0,0002
Гелий	He	0,000524
Водород	H ₂	0,0005
Ксенон	Xe	0,0000087

Таблица 4. Состав вдыхаемого и выдыхаемого воздуха [9]

Table 4. Composition of inhaled and exhaled air

	Доля газов в воздухе, % об.			
	O ₂	CO ₂	Ar	N ₂
Вдыхаемый воздух	21	0,04	0,9	78
Выдыхаемый воздух	16	4	0,9	78

отсутствует во вдыхаемом воздухе и активно образуется при окислительных реакциях в организме.

По данным Н.Д. Семкина, общее количество потребляемого в сутки кислорода и выделяемого за это время углекислого газа зависит в основном от уровня энерготрат и в меньшей мере от состава суточного рациона. Основное потребление кислорода увеличивается по нелинейному закону с увеличением веса тела, но главной переменной, определяющей уровень энерготрат, является мышечная деятельность, которая оказывает наибольшее влияние на потребление кислорода [10].

Вследствие различного уровня физической активности в пределах умеренной работы весовое потребление кислорода для человека весом в 70 кг может изменяться в пределах от 0,5 до 1,0 кг в сутки. В стандартных условиях газовой среды потребление кислорода составляет 7,3...7,5 дм³ на 1 кг веса. Однако, учитывая серьезные последствия даже кратковременного воздействия гипоксии, основные расчеты систем обеспечения жизнедеятельности проводят исходя из стандартного потребления 1 кг кислорода на человека в сутки, что по объему соответствует 1000 дм³ [10].

Исходя из нормального значения дыхательного коэффициента, равного 0,83, можно вычислить количество углекислого газа, выделяемого при поглощении кислорода. Так, если величина потребленного кислорода составляет 1000 дм³ в сутки при дыхательном коэффициенте К_д = 0,83, то выделится 830 дм³ углекислого газа [10].

Экспериментальные исследования динамики накопления углекислого газа в помещении, проведенные С.Н. Бесединым в Волгоградском государственном социально-педагогическом университете, показали, что в течение часа в помещении объемом 215 м³

при нахождении 11 человек содержание углекислого газа увеличивается вдвое (с 903 до 1735 ppm) [11].

В процессе исследований было установлено, что один человек в покое выделяет углекислого газа в среднем 17 л/час, а при выполнении легкой работы это значение увеличивается в среднем до 22,6 л/час.

3. Влияние углекислого газа на организм человека

Углекислый газ нетоксичен в небольших концентрациях, однако вдыхание его при повышенных концентрациях в воздухе оказывает на живые организмы удушающее действие.

Нормальный уровень углекислого газа на открытом воздухе составляет 350—450 ppm. Этот уровень зависит от многих факторов, таких как размер города, количество автотранспорта на улицах, время года, время суток, температура окружающей среды и многих других.

Межгосударственный стандарт ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях» определяет классы качества воздуха исходя из содержания углекислого газа в воздухе жилых и общественных помещений (табл. 5).

Согласно данному межгосударственному стандарту качество воздуха относится к низкому при содержании углекислого газа более 1000 ppm.

Растворенный в крови углекислый газ активизирует дыхательный центр мозга в физиологических и несколько повышенных концентрациях. Повышение концентрации, вплоть до 2000—4000 ppm, в помещениях приводит к развитию у людей сонливости и слабости. В значительно более высоких концентрациях оно приводит к снижению или

Таблица 5. Классификация воздуха в помещениях

Table 5. Classification of indoor air

Класс	Качество воздуха в помещении		Допустимое содержание CO ₂ , ppm
	оптимальное	допустимое	
1	Высокое		400 и менее
2	Среднее		400—600
3		Допустимое	600—1000
4		Низкое	1000 и более

Таблица 6. Влияние углекислого газа на организм человека [12—14]

Table 6. The effect of carbon dioxide on the human body

Уровень углекислого газа, ppm	Влияние на организм человека
1000—1200	Расширяются кровеносные сосуды в мозге, снижается активность нейронов и уменьшается объем коммуникации между регионами мозга
1200—2500	Развитие у людей сонливости и слабости
2500—5000	Наблюдаются головная боль, раздражение верхних дыхательных путей
5000—7000	Возникают головные боли и головокружение
7000—8000	Учащается сердцебиение (тахикардия), появляются рвота, головокружение, повышение артериального давления, одышка, возможна потеря сознания
Свыше 8000	Отравление с последующим смертельным исходом в течение 30—60 минут
Свыше 20 000	Смерть от остановки дыхания через несколько секунд

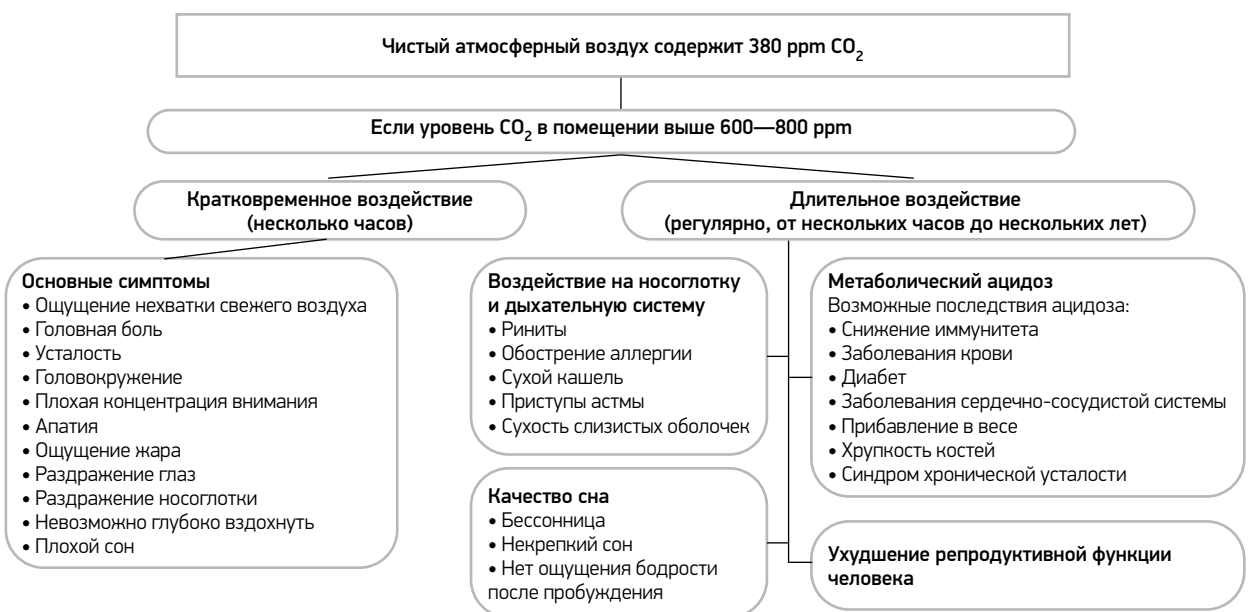
устранению рефлекторного респираторного раздражителя, сначала к угнетению дыхания и, наконец, к остановке дыхания [12].

В ряде исследований [12—14] отражено влияние уровня углекислого газа на организм человека (табл. 6).

По инициативе Европейского респираторного общества в школах Франции, Италии, Дании, Швеции и Норвегии были проведены исследования

влияния повышенных концентраций углекислого газа на здоровье учащихся. Они показали, что в учебных заведениях, где концентрация углекислого газа в классах превышала 0,1%, подверженность учащихся заболеваниям респираторных органов повысилась в 2—3,5 раза [15].

Н.Ф. Гладышев и др. приводят данные (рис. 1) о влиянии углекислого газа на человека в зависимости от длительности воздействия [14].

Рис. 1. Влияние повышенного содержания CO₂ в помещении на организм человекаFigure 1. The effect of elevated CO₂ content in the room on the human body

Таким образом, углекислый газ, накапливаемый в помещениях жилых и административных зданий, может оказывать существенное влияние на качество воздуха, приводить к серьезным, а в некоторых случаях опасным последствиям для людей.

4. Результаты экспериментальных исследований динамики изменения концентрации углекислого газа в воздухе помещения

Помещение, в котором проводился эксперимент, представляет собой офис (кабинет) общим объемом 29,5 м³. В помещении имеется вход вентиляционного канала. Деревянные рамы, предусмотренные проектом строительства, заменены на пластиковые. Дыхательные клапаны на рамах не установлены, приток свежего воздуха через них не обеспечен. Приток воздуха осуществляется через щели в дверном проеме, отток — через вентиляционный канал. В помещении оборудовано рабочее место для одного человека. Во время эксперимента двери и окна помещения закрыты.

Измерение концентрации углекислого газа осуществлялось датчиком с диапазоном измерений от 0 до 3000 ppm, термокомпенсация показаний осуществляется в автоматическом режиме.

Проведена серия из 6 измерений, результаты которых приведены на рис. 2.

Полученные в ходе исследования результаты были отработаны с использованием метода линейной статистики с определением *t*-критерия Стьюдента [16], результаты обработки приведены в табл. 7.

График изменения среднего значения концентрации углекислого газа приведен на рис. 3.

По результатам полученных экспериментальных данных можно сделать вывод о том, что нарушение конструктивных решений вентиляции помещений жилых и административных зданий или несоблюдение вместимости таких помещений приводит к существенному снижению качества воздуха, вызывающему негативные последствия для здоровья граждан.

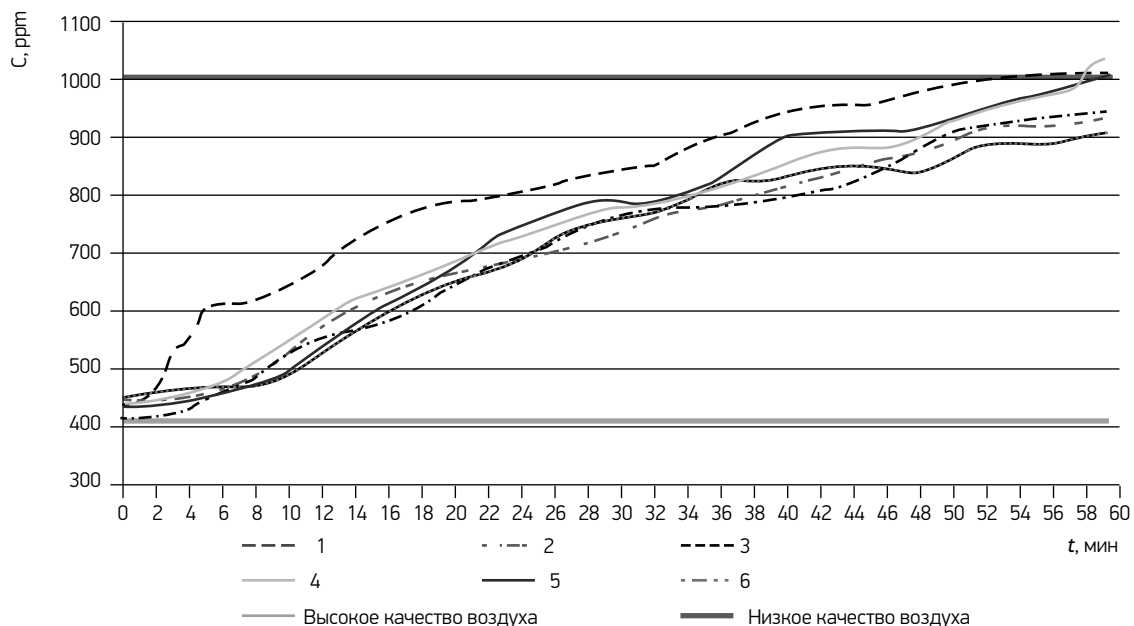


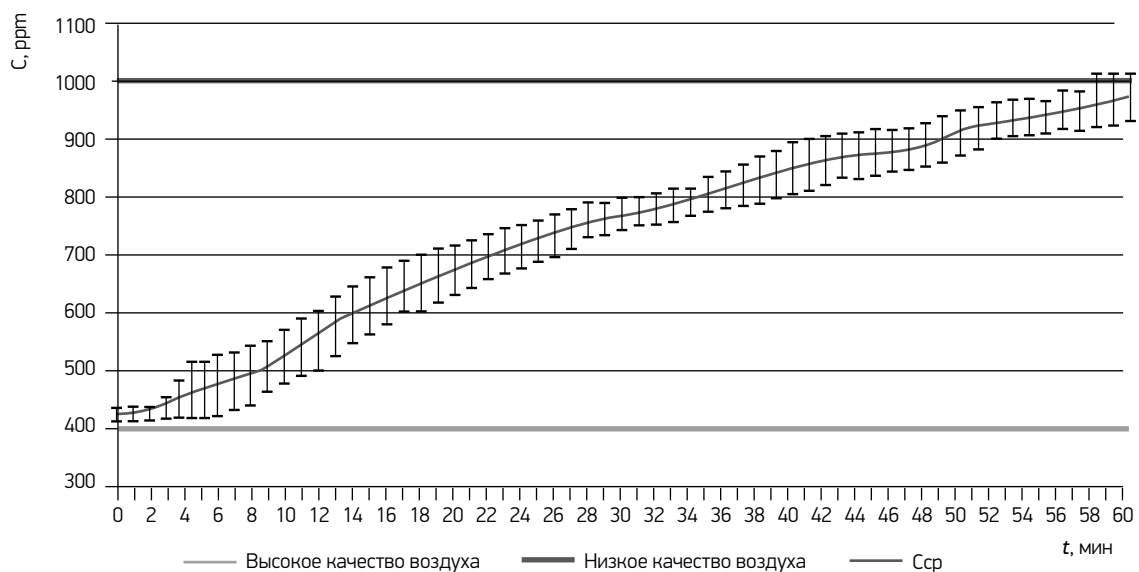
Рис. 2. Динамика изменения концентрации CO₂ по результатам измерений

Figure 2. Dynamics of changes in CO₂ concentration based on measurement results

Таблица 7. Результаты обработки измерений

Table 7. Measurement results

Время с начала опыта, мин	Среднее значение концентрации CO ₂ по результатам 6 опытов, ppm	Доверительный интервал, ppm (при P = 0,9)
0	425	±14
5	470	±50
10	525	±48
15	613	±51
20	674	±44
25	725	±38
30	771	±29
35	805	±33
40	849	±45
45	876	±40
50	909	±39
55	942	±33
60	970	±41

Рис. 3. График изменения среднего значения концентрации CO₂Figure 3. Graph of changes in the average CO₂ concentration

Заключение

Наряду с парами опасных химических веществ, которые поступают за счет применения экологически «грязных» строительного-отделочных материалов, мебели, использования продукции бытовой химии, косметических, лекарственных препаратов, поступления извне вследствие промышленных выбросов и эксплуатации автотранспортных средств, существенное влияние на качество воздуха оказывает углекислый газ. Установка пластиковых окон низкого качества, несоблюдение нормативов площади могут привести к существенному превышению допустимого уровня содержания углекислого газа и вызвать негативные последствия для здоровья и жизни граждан. Для снижения этого негативного фактора необходимо принятие организационных или технических решений на основе моделирования динамики изменения концентрации углекислого газа в зависимости от условий пребывания людей в помещениях.

Литература [References]

1. Радоуцкий В.Ю., Шаптала В.Г. Характеристика внутренних опасностей и угроз образовательных учреждений высшего профессионального образования // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2009. № 2. С. 124—126. [Radoutsky V.Yu., Shaptala V.G. Characteristics of internal dangers and threats of educational institutions of higher professional education // Bulletin of BSTU named after V.G. SHUKHOV. 2009;(2):124-126, (In Russ.)]
2. Васильева Э.А., Ахмедьянова Р.А., Яруллин Р.С. Очистка воздуха рабочей зоны производственных помещений от этил- и бутилацетата / Э. А. Васильева // Вестник технологического университета. 2016. Т. 19. № 2. С. 113—115. [Vasilyeva E.A., Akhmedyanova R.A., Yarulkin R.S. Cleaning the air of the working area of industrial premises from ethyl and butyl acetate // Bulletin of the Technological University. 2016;19(2):113-115, (In Russ.)]
3. Малышев В.П. Основные угрозы и опасности для жителей крупных городов // Проблемы анализа риска. 2006. Т. 3. № 4. С. 338—345. [Malyshev V.P. Major threats and hazards facing the population of large cities // Issues of Risk Analysis. 2006;3(4):338-345, (In Russ.)]
4. Аксель-Рубинштейн В. З. Санитарная химия атмосферы гермообъектов. СПб.: «Пресс-Сервис». 2010. 354 с. [Axel-Rubinstein V. Z. Sanitary chemistry of the atmosphere of hermetic objects. St. Petersburg: LLC "Press-Service", 2010. 354 p., (In Russ.)]
5. Быховская М.С., Гинзбург С.Л., Хализова О.Д. Методы определения вредных веществ в воздухе. М.: ЭНАС, 2003 г., 98 с. [Bykhovskaya M.S., Ginzburg S.L., Khalizova O.D. Methods for determining harmful substances in the air. M.: ENAS. 2003. 98 p., (In Russ.)]
6. Зюзин А.В., Семенов В.И. Защита производственного персонала и населения от сильнодействующих ядовитых веществ на химически опасных объектах. М.: ТОО «Мединор», 1994. 265 с. [Zyuzin A.V., Semenov V.I. Protection of production personnel and the population from potent toxic substances at chemically hazardous facilities. M.: Medinor LLP, 1994. 265 p., (In Russ.)]
7. World Scientists' Warning of a Climate Emergency 2022 / BioScience, Volume 72, Issue 12, December 2022, P. 1149—1155, <https://doi.org/10.1093/biosci/biac083>
8. Иванов Ю.И., Погорелюк О.Н. Статистическая обработка результатов медико-биологических исследований по городским программам. М.: Медицина, 1990. 148 с. [Ivanov Yu.I., Pogorelyuk O.N. Statistical processing of the results of biomedical research on urban programs. M.: Medicine, 1990. 148 p., (In Russ.)]
9. Физиология системы дыхания: Учебное пособие / Сост.: А.Ф. Каюмова, И.Р. Габдулхакова, А.Р. Шамратова, Г.Е. Инсарова. Уфа: Изд-во ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, 2016. 60 с. [Physiology of the respiratory system: textbook / Comp.: A.F. Kayumova, I.R. Gabdulkhakova, A.R. Shamratova, G.E. Insarova. Ufa: Publishing house of the BSMU of the Ministry of Health of Russia, 2016. 60 p., (In Russ.)]
10. Семкин Н.Д. Аппаратура медико-биологических исследований в космосе: Учеб. пособие / М-во образования РФ, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования «Сам. гос. аэрокосм. ун-т им. С.П. Королева». Самара: Сам. гос. аэрокосм. ун-т, 2004. 283 с. ISBN 5-7883-0275-7. [Semkin, N. D. Equipment for biomedical research in space: textbook. manual / M-vo obrazovaniya Russia Federation, State education. institution of higher Prof. education "Sam. gos. aerospace. un-t named after S.P. Korolev". Samara: Sam. gos. aerospace. un-t, 2004. 283 p. ISBN 5-7883-0275-7, (In Russ.)]
11. Беседин С.Н. Прогноз углекислого газа в учебных помещениях и разработка организационно-технических мероприятий по минимизации ущерба здоровью обучающихся // Грани познания. 2020. № 2 (67). С. 3—8. [Besedin S.N. Forecast of carbon dioxide in classrooms and development of organizational and technical activities of minimizing students health damage // Grani Poznaniya. 2020;2(67):3-8, (In Russ.)]

12. Влияние эксплуатации дорожной инфраструктуры в Керченском проливе на выбросы в атмосферу черного углерода, парникового газа и двуокиси серы / А.И. Честнов, В.М. Абрамов, В.В. Меркулов, Н.С. Лебедев // Информационные технологии в образовании: Сборник статей научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Санкт-Петербург, 31 марта 2021 года / Российский государственный гидрометеорологический университет, Институт информационных систем и геотехнологий. Санкт-Петербург: Российский государственный гидрометеорологический университет, 2021. С. 258—266. [The impact of road infrastructure operation in the Kerch Strait on emissions of black carbon, greenhouse gas and sulfur dioxide into the atmosphere / A.I. Chestnov, V.M. Abramov, V.V. Merkulov, N.S. Lebedev // Information technologies in education: Collection of articles of the scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists, St. Petersburg. Saint Petersburg: Russian State Hydrometeorological University, Institute of Information Systems and Geotechnologies. Saint Petersburg: Russian State Hydrometeorological University, 2021. P. 258—266, (In Russ.)]
13. Раков Э. Г. Углерода диоксид // Большая российская энциклопедия. М.: Большая российская энциклопедия, 2016. Т. 32. С. 662—663. [Rakov E. G. Carbon dioxide // Bolshaya Rossiyskaya Encyclopedia. M.: The Great Russian Encyclopedia, 2016. Vol. 32. P. 662—663, (In Russ.)]
14. Гладышев Н.Ф., Гладышева Т.В., Дворецкий С.И. Системы и средства регенерации и очистки воздуха обитаемых герметичных объектов. М.: Издательский дом «Спектр». 2016. 204 с. [Gladyshev N.F., Gladysheva T.V., Dvoretzky S.I. Systems and means of regeneration and air purification of inhabited hermetic objects. M.: Publishing house "Spectrum", 2016. 204 p., (In Russ.)]
15. Гурина И.В. Безопасный уровень углекислого газа требует ревизии // Экологический Вестник России. 2008. № 10. С. 18. [Gurina I.V. The safe level of carbon dioxide requires revision // Ecological Bulletin of Russia. 2008;(10):18, (In Russ.)]
16. Светозаров В.В. Основы статистической обработки результатов измерений: Учебное пособие. М.: Изд. МИФИ, 2005, 40 с. [Svetozarov V.V. Fundamentals of statistical processing of measurement results. Textbook. M.: MEFPhI Publishing House. 2005. 40 p., (In Russ.)]

Сведения об авторах

Малышев Владлен Платонович: доктор химических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, главный научный сотрудник ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (федеральный центр науки и высоких технологий)

Количество публикаций: более 316

Область научных интересов: проблемы обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях

SPIN-код: 2163-3798

Контактная информация:

Адрес: 121352, г. Москва, ул. Давыдовская, д. 7

Vlad1936.malyshev@yandex.ru

Виноградов Олег Владимирович: кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник научно-исследовательского центра ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (федеральный центр науки и высоких технологий)

Количество публикаций: более 40

Область научных интересов: проблемы обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях

SPIN-код: 3056-0611

AuthorID: 1038780

Контактная информация:

Адрес: 121352, г. Москва, ул. Давыдовская, д. 7

v1970ov@mail.ru

Родионов Игорь Александрович: доцент, научный сотрудник ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (федеральный центр науки и высоких технологий)

Количество публикаций: 4

Область научных интересов: проблемы обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях

SPIN-код: 3506-4636

AuthorID: 1130203

Контактная информация:

Адрес: 121352, г. Москва, ул. Давыдовская, д. 7

Goha-5@yandex.ru

Статья поступила в редакцию: 07.02.2023

После доработки: 02.05.2023

Одобрена после рецензирования: 16.05.2023

Принята к публикации: 22.05.2023

Дата публикации: 30.06.2023

The article was submitted: 07.02.2023

Received after reworking: 02.05.2023

Approved after reviewing: 16.05.2023

Accepted for publication: 22.05.2023

Date of publication: 30.06.2023