МБОУ «Гимназия №174» Советского района г. Казани

МБУДО «Центр детского творчества «Танкодром»

Исследовательская работа на тему:

**«Оценка загрязнения воздуха учебных помещений школы диоксидом углерода»**

**Выполнила:** *Масленникова Лариса,*

10 класс

**Научный руководитель:**

*Давлетова Наиля Ханифовна,*

канд. мед. наук, педагог дополнительного образования МБУДО «Центр детского творчества «Танкодром» Советского района г. Казани

Республика Татарстан-2022

Оглавление

[Введение 3](#_Toc92825332)

[ГЛАВА 1. Обзор литературных источников 5](#_Toc92825333)

[*1.1. Проблема загрязнения воздуха закрытых помещений диоксидом углерода* 5](#_Toc92825334)

[*1.2.Влияние загрязнения воздуха закрытых помещений на самочувствие школьников* 6](#_Toc92825335)

[*1.3. Требования, предъявляемые к качеству воздуха в учебных помещениях общеобразовательных учреждений* 6](#_Toc92825336)

[ГЛАВА 2. Материалы и методы исследования 7](#_Toc92825337)

[ГЛАВА 3. Результаты исследования и их анализ 9](#_Toc92825338)

[*3.1. Анализ удельного веса проб по классам качества воздуха в учебных помещениях школы.* 9](#_Toc92825339)

[*3.2. Оценка проб с превышением допустимого содержания диоксида углерода в воздухе учебных помещений школы* 10](#_Toc92825340)

[*3.3. Оценка динамики изменения концентраций диоксида углерода в воздухе учебных помещений в течении смены* 11](#_Toc92825341)

[*3.4.* *Разработка рекомендаций по снижению уровня загрязнения диоксидом углерода воздуха учебных помещений* 12](#_Toc92825342)

[ВЫВОДЫ 13](#_Toc92825343)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 14](#_Toc92825344)

# Введение

**Актуальность темы исследования.** Одним из актуальных вопросов, требующих научного анализа, является изучение условий обучения школьников. Ведь они большую часть времени проводят в стенах общеобразовательного учебного заведения и параметры воздушной среды учебных помещений определяют комфортность учебного процесса, оказывая непосредственное влияние на их самочувствие и работоспособность и могут рассматриваться как факторы риска здоровью. Хорошо известно, что косвенным показателем загрязнения воздушной среды помещений является содержание углекислого газа (СО2). На основе измерения концентрации диоксида углерода проводится оценка качества воздуха закрытых помещений [3,6]. Вышеперечисленное определило актуальность настоящего исследования.

**Цель исследования**: на основе оценки уровня загрязнения воздуха учебных помещений школы диоксидом углерода, разработать практические рекомендации по его снижению.

**Задачи исследования**:

1. Проанализировать удельный вес проб по классам качества воздуха в учебных помещениях школы.
2. Провести оценку проб с превышением допустимого содержания углекислого газа в воздухе учебных помещений школы.
3. Проанализировать динамику изменения концентраций диоксида углерода в воздухе учебных помещений в течении учебной смены.
4. Разработать практические рекомендации по снижению уровня загрязнения воздуха учебных помещений школы диоксидом углерода.

**Гипотеза исследования:** Мы предполагаем, что качество воздуха в учебных помещениях школы по содержанию углекислого газа не отвечает гигиеническим нормативам к концу учебной смены, что может стать **фактором экологического риска** для здоровья школьников.

**Значимость работы для оценки возможного экологического риска** заключается в анализе уровня загрязнения воздушной среды учебных классов диоксидом углерода и его учете при проведении уроков и профилактики возникновения состояния гиперкапнии у школьников.

**Практическая значимость работы.** Данные, полученные в настоящем исследовании, послужили основой для разработки практических рекомендаций по снижению уровня загрязнения учебных помещений диоксидом углерода, что позволит обеспечить комфортные условия учебного процесса в общеобразовательных учреждениях.

**Структура работы:** представленная работа состоит из введения, 3 глав и выводов. В работе представлены 2 рисунка и 2 таблицы, список литературы включает 11 источников.

# ГЛАВА 1. Обзор литературных источников

## *1.1. Проблема загрязнения воздуха закрытых помещений диоксидом углерода*

Одним из актуальных вопросов, требующих анализа, является изучение условий обучения школьников[1]. Учащиеся образовательных учреждений большую часть времени проводят в стенах школы, и параметры воздушной среды классов, спортивных залов, рекреаций и иных учебных кабинетов определяют комфортность учебного процесса, оказывая непосредственное влияние на их самочувствие и умственную работоспособность детей и подростков, и могут рассматриваться как факторы риска их здоровью [4]. При этом риски для здоровья от воздействия загрязнения воздушной среды в учебных классах могут быть выше, тех, которые связаны с загрязнением наружного воздуха [7].

Из данных литературы известно, что косвенным показателем качества воздуха помещений является содержание в нем диоксида углерода. На основе измерения его концентраций возможно оценить качество воздуха закрытых помещений и эффективность воздухообмена [6].

Основным источником загрязнения воздуха СО2 учебных помещений является человек, который в течение часа выдыхает от 18 до 110 литров углекислого газа [8]. Согласно данным исследований и нормативных документов, критерием безопасного качества воздушной среды общественных зданий является концентрация СО2 не более 1000 ppm. Такая концентрация CO2 в воздухе помещений не оказывает негативного влияния на самочувствие и работоспособность человека [1,2,10].

Согласно нормативным документам качество воздуха делится на четыре класса: 1 класс (IDA 1) – высокое качество (концентрация CO2 – менее 400 ppm); 2 класс (IDA 2) – среднее качество (концентрация CO2 – 400-600 ppm); 3 класс (IDA 3) – допустимое/приемлемое качество (концентрация CO2 – 600-1000 ppm); 4 класс (IDA 4) – низкое качество (концентрация CO2 – более 1000 ppm) [1,2].

# *1.2.Влияние загрязнения воздуха закрытых помещений на самочувствие школьников*

Качество воздуха внутри учебных помещений в совокупности с другими особенностями учебного процесса в школе не может не отразиться на самочувствии школьников. При увеличении содержания диоксида углерода в воздухе классных комнат происходит рост числа жалоб на его качество, наблюдается снижение концентрации внимания, появляется чувство сонливости, учащаются жалобы на головные боли. Так, согласно данным исследований, при концентрации СО2 выше 600-800 ppm наблюдается снижение внимания на 30%; при концентрациях более 1500 ppm у 79% испытуемых отмечается чувство усталости; у 97%, страдающих мигренью, жалобы на головную боль появляются при уровне углекислого газа в воздухе 1000 ppm и выше [9]. Длительное нахождение в помещениях с повышенным содержанием углекислого газа в воздухе может рассматриваться как фактор риска развития синдрома хронической усталости, учащения случаев заболеваний дыхательных путей [7].

## *1.3. Требования, предъявляемые к качеству воздуха в учебных помещений общеобразовательных учреждений*

Качество воздуха в учебных помещениях находится в прямой зависимости от числа учащихся и длительности их пребывания в классе, поэтому все помещения должны ежедневно проветриваться.

Согласно нормативным документам, учебные помещения проветриваются во время перемен, а рекреационные - во время уроков. До начала занятий и после их окончания необходимо осуществлять сквозное проветривание помещений (при наличии 2-х смен обучения – после каждой смены). Продолжительность сквозного проветривания определяется погодными условиями, направлением и скоростью движения ветра, эффективностью работы системы отопления. При проветривании допускается кратковременное снижение температуры воздуха в помещении, но не более чем на 2°С. Уроки физической культуры и занятия спортивных секций следует проводить в хорошо аэрируемых помещениях [10].

# ГЛАВА 2. Материалы и методы исследования

Работа относится к научно-исследовательскому типу работ. Исследование проводилось на базе МБОУ «Гимназия № 174» Советского района г. Казани на протяжении с сентября по декабрь 2021г. в пять этапов, представленных в Таблице 1.

Таблица 1.

Этапы проведения исследования

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование этапа | Срок | Содержание работ |
| 1. | Планирование исследования, определение целей, задач, выбор методов исследования | сентябрь 2021г | Составление плана исследования, Были определены: цель, задачи исследования. Выбраны методы исследования. |
| 2. | Сбор и анализ литературных данных по теме исследования | сентябрь 2021г. | Работа с литературными источниками по проблеме загрязнения воздуха закрытых помещений и его влияние на состояние здоровья людей. |
| 3. | Анализ содержания диоксида углерода в воздухе учебных помещений общеобразовательной школы | октябрь- ноябрь 2021г. | Проведение замеров концентраций диоксида углерода в воздухе учебных помещений общеобразовательной школы |
| 4. | Анализ и описание полученных результатов | ноябрь 2021г. | Анализ и описание полученных результатов |
| 5. | Оформление работы | декабрь  2021г. | Оформление результатов работы |

**В качестве методов исследования были использованы:**

1. *Сбор информации и анализ литературных источников*. Всего было проанализировано 11 источников литературы, среди которых материалы с сайтов, статьи библиографических научных баз данных (Google Scholar, eLIBRARY.ru).
2. *Натурное обследование* и замер содержания диоксида углерода в воздухе в основных помещениях гимназии №174 (учебный класс, кабинет информатики, спортивный зал). Для оценки динамики изменения концентраций диоксида углерода в воздухе помещений в течение учебной смены были проведены замеры до первого занятия (7.55), на третьей перемене (10.35) и после последнего занятия первой смены (14.15). Измерение уровня концентрации углекислого газа при помощи газоанализатора AZ-7755 Handheld CO2 Detector Carbon Dioxide Gas Detector with Temperature and Humidity методом конверта: 1 м от внутренних углов и в центре помещения на высоте 1,5 м от пола. Общее количество замеров − 135. Оценку качества воздуха помещений по содержанию диоксида углерода проводили согласно ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях», ГОСТ Р ЕН 13779-2007 «Вентиляция в нежилых зданиях. Технические требования к системам вентиляции и кондиционирования» и СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [1,2,10].
3. *Описание, сравнение, анализ, обобщение результатов* полученных в ходе исследования.

# ГЛАВА 3. Результаты исследования и их анализ

# *3.1. Анализ удельного веса проб по классам качества воздуха в учебных помещениях школы.*

Основным источником загрязнения углекислым газом воздуха внутри помещений является человек, который в течение часа выдыхает от 18 до 110 литров СО2 в зависимости от вида деятельности и уровня физической активности. Согласно нормативным документам качество воздуха делится на четыре класса: 1 класс – высокое качество (концентрация CO2 – менее 400 ppm); 2 класс – среднее качество (концентрация CO2 – 400-600 ppm); 3 класс – допустимое/приемлемое качество (концентрация CO2 – 600-1000 ppm); 4 класс– низкое качество (концентрация CO2 – более 1000 ppm). В ходе исследования был рассчитан удельный вес проб по классам качества воздуха в отдельных учебных помещений.



**Рис. 1. Удельный вес проб по классам качества воздуха в учебных помещениях**

Установлено, что большинство проб воздуха относится к третьему и четвертому классам качества. При этом количество нестандартных проб было больше в кабинете информатики: в 49% проб характеризуются как «низкое качество воздуха», что объясняется превышением допустимых значений концентраций диоксида углерода. Кроме того 41% проб из учебного класса и 32% проб спортивного зала также были с превышением допустимых концентраций углекислого газа.

# *3.2. Оценка проб с превышением допустимого содержания диоксида углерода в воздухе учебных помещений школы*

Для оценки проб с превышением допустимого содержания диоксида углерода в учебных помещениях школы были рассчитаны средние значения концентраций диоксида углерода в нестандартных пробах (пробах, в которых концентрации СО2 превышали гигиенический норматив − 1000 ppm), результаты расчета представлены в Таблице 2.

Таблица 2.

Среднее значение концентрации диоксида углерода в пробах, с превышением допустимого его содержания

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование учебного помещения | Среднее значение концентрации диоксида углерода в пробах, с превышением допустимого содержания СО2, ppm |
| Учебный класс | 1147,74 |
| Кабинет информатики | 1158,9 |
| Спортивный зал | 1005,5 |

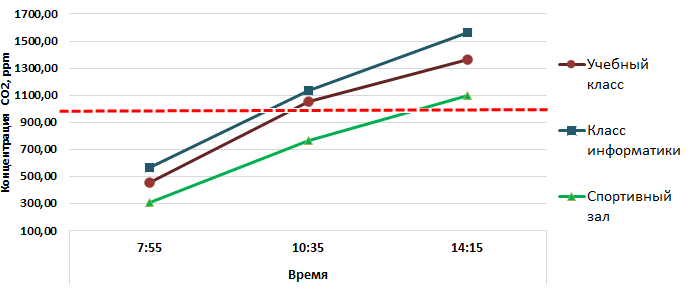
Как видно из таблицы №2 среднее значение концентраций диоксида углерода в нестандартных пробах составило в учебном классе 1147 ppm, в кабинете информатики 1158,9 ppm и 1005,5 ppm в спортивном зале.

Таким образом, результаты проведенного исследования показывают, что концентрации диоксида углерода в нестандартных пробах превышали нормативные значения в среднем на 14,7% в учебном классе, на 15,89% в кабинете информатике и на 0,55% в спортивном зале.

# *3.3. Оценка динамики изменения концентраций диоксида углерода в воздухе учебных помещений в течении смены*

Для оценки динамики изменения концентрации диоксида углерода в учебных помещениях в течении первой учебной смены были проведены замеры до первого занятия (7.55), на третьей перемене (10.35) и после последнего занятия первой смены (14.15).

Анализ динамики изменений концентрации диоксида углеродав воздухе учебных помещений в течение учебного смены показал, что утром до уроков концентрации CO2 не превышали допустимых значений. Средние концентрации СО2 в учебном классе – 455 ppm, в кабине информатики −566 ppm, спортзале − 304 ppm). Однако, уже к четвертому уроку первой смены наблюдалось увеличение концентрации углекислого газав воздухе и превышение допустимых значений в учебном кабинете и кабинете информатики (1050 ppm и 1137 ppm соответственно). В спортивном зале нестандартные пробы воздуха по концентрации диоксида углерода регистрировались лишь после последнего урока первой смены (1099 ppm) (Рис. 2).



*Примечание: пунктиром обозначен уровень допустимых нормативных значений концентрации диоксида углерода в воздухе учебных помещений (1000 ppm)*

**Рис. 2. Динамика изменений концентрации диоксида углеродав воздухе учебных помещений**

Таким образом, результаты проведенного исследования говорят о том, что концентрации углекислого газа в воздухе учебных помещений школы не отвечают гигиеническим нормативам к концу учебной смены. Данный факт может быть обусловлен низкой эффективностью вентиляции или несоблюдением графика проветривания помещений.

# *Разработка рекомендаций по снижению уровня загрязнения диоксидом углерода воздуха учебных помещений*

Среди основных мероприятиий по снижению уровня загрязнения диоксидом углерода учебных помещений МБОУ «Гимназия № 174» Советского района г. Казани можно выделить:

- проверка эффективности работы вентиляционных систем в учебных помещениях школы;

- установка в учебных помещениях приборов для замера уровня диоксида углерода (газоанализатор, датчики CO2);

- мониторинг содержания концентраций диоксида углерода во воздухе учебных помещений;

- устраивать сквозное проветривание классных комнат на каждой перемене;

- устраивать проветривание рекреаций во время урока;

- в декоре классных кабинетов использовать живые комнатные растения [5,11].

Таким образом, внедрение вышеперечисленных рекомендаций позволит минимизировать экологические риски для здоровья школьников связанных с загрязнением воздуха учебных помещений диоксидом углерода и сделать условия проведения учебных занятий более комфортными и безопасными.

# ВЫВОДЫ

В результате проведенного исследования выдвинутая гипотеза о том, что концентрации диоксида углерода в учебных помещениях школы не отвечают гигиеническим нормативам к концу учебной смены подтвердилась и нашла отражение в следующих выводах:

1. Проблема загрязнения воздуха учебных помещений диоксидом углерода актуальна для Гимназии №174 г. Казани. Большинство проб воздуха относится к третьему и четвертому классам качества. При этом количество нестандартных проб больше в кабинете информатики (49%).
2. Среднее значение концентраций углекислого газа в нестандартных пробах составило в учебном классе 1147ppm, в кабинете информатики 1158,9ppm и 1005,5ppm в спортивном зале.
3. Анализ динамики изменений концентрации диоксида углеродав воздухе учебных помещений в течение учебного смены показал, что утром до уроков концентрации CO2 не превышали допустимых значений (в классе – 455ppm, в кабине информатики −566ppm, спортзале − 304ppm). Однако, уже к четвертому уроку первой смены наблюдалось увеличение концентрации углекислого газав воздухе и превышение допустимых значений в учебном кабинете и кабинете информатики (1050ppm и 1137ppm соответственно). В спортивном зале нестандартные пробы воздуха по концентрации СО2 регистрировались лишь после последнего урока первой смены (1099ppm).
4. Для снижения уровня загрязнения воздуха учебных помещений углекислым газом были разработаны практические рекомендации, среди которых: оптимизация графика проветривания классов и рекреаций, мониторинг содержания концентраций диоксида углерода во воздухе помещений школы, проверка эффективности вентиляции в учебных помещениях школы.

Внедрение разработанных рекомендаций позволит минимизировать экологические риски для здоровья школьников и сделать условия проведения учебных занятий более комфортными и безопасными.

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях» Доступно по: http://docs.cntd.ru/document/gost-30494-2011. Ссылка активна на 16 ноября 2021.
2. ГОСТ Р ЕН 13779-2007 «Вентиляция в нежилых зданиях. Технические требования к системам вентиляции и кондиционирования» Доступно по: http://docs.cntd.ru/document/gost-r-en-13779-2007. Ссылка активна на 16 ноября 2021.
3. Долбилова М. А., Попова Н. М. Особенности организации естественной вентиляции в образовательных учреждениях //Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. – 2021. – №. 1. – С. 39-43.
4. Либина И.И. Влияние внутришкольной среды на состояние здоровья подрастающего поколения //Новой школе-здоровые дети. – 2018. – С. 93-95.
5. Маркова А. Ф., Махрова М. Л. Комнатные растения в интерьере учебных помещений для сохранения здоровья обучающихся (на примере МБОУ СОШ№ 30 г. Абакана) //Адаптация детей и молодежи к современным социально-экономическим условиям на основе здоровьесберегающих технологий. – 2020. – С. 136-139.
6. Мартынова И.Е. Лабораторно-аналитический мониторинг показателей качества воздуха по содержанию двуокиси углерода в школьной практике //Инженерная аксиология. Опыт интеграции инженерного и экологического образования. – 2018. – С. 277-283.
7. Пронина Т. Н., Бобок Н. В., Карпович Н. В. О качестве воздуха внутришкольных помещений //Здоровье и окружающая среда. – 2012. – №. 20. – С. 215-220.
8. Пронина Т.Н., Карпович Н.В., Полянская Ю.Н. Уровень содержания углекислого газа в учебных помещениях и степень комфорта учащихся //Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. – 2015. – №. 3. – С. 32-35.
9. Пронина Т.Н., Карпович Н.В., Полянская Ю.Н. Уровень содержания углекислого газа в учебных помещениях и степень комфорта учащихся //Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. – 2015. – №. 3. – С. 32-35.
10. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». Доступно по: https://docs.cntd.ru/document/573500115. Ссылка активна на 16 ноября 2021.
11. Яковенко А. А. Экологическое состояние воздушной среды учебных аудиторий //Актуальные проблемы экологии и природопользования. – 2019. – С. 510-514.