

Региональный этап Всероссийской олимпиады школьников по экологии

Проектный тур

**Исследование воздушно – тепловых
параметров микроклимата школьных
кабинетов в МБОУ Лицей №25 им.**

Н.Ф.Ватутина

Автор:

Грицкова Валерия Александровна
ученица 11 А класса
МБОУ Лицей № 25 им. Н.Ф. Ватутина

Руководитель:

Шаяхметова Валентина Владимировна
учитель биологии
МБОУ Лицей № 25 им. Н.Ф. Ватутина

Ульяновская область, 2024 г.

Содержание

	Стр.
Введение.....	3-4
Глава 1. Микроклимат школьных помещений.....	4-7
Глава 2. Исследование микроклимата школьных кабинетов МБОУ Лицей №25 им. Н.Ф. Ватутина.	
2.1. Измерение воздушно-тепловых параметров микроклимата кабинетов..	7-9
2.2. Измерение концентрации углекислого газа в атмосфере школьных кабинетов.....	9-11
2.3. Определение пылевого загрязнения школьных кабинетов.....	11-12
2.4. Исследование микробиологического загрязнения воздуха в кабинете биологии.....	12-14
2.5. Оценка состояния озеленения школьных кабинетов.....	14-15
Заключение.....	15-17
Список литературы.....	17
Приложение 1-8	

Введение

Каждый ребёнок с 7 до 18 лет значительную часть времени проводит в стенах школы. Состояние здоровья школьников на прямую зависит от качества атмосферы в школьных кабинетах. В связи с этим, проблема сохранения чистоты воздуха школьных помещений, в которых дети проводят по 6-7 часов в день, является очень актуальной.

Я провела опрос среди учащихся 10-11 классов своей школы, с целью выяснить влияет ли микроклимат школьных помещений на их состояние во время учебного процесса (см. Приложение 1). 90% учащихся ответили, что на их самочувствие оказывает влияние микроклимат школьных кабинетов. Только 30% опрошенных чувствуют себя в стенах школы комфортно и уютно. 23% респондентов пожаловались, что в школе им жарко и 48% отметили, что на уроках им душно и не хватает свежего воздуха. 13% систематически чувствуют холод. В беседе со школьной медсестрой, я выяснила, что самые распространенные жалобы со стороны школьников – это жалобы на боли в животе и головные боли. Одной из причин появления головных болей может быть состояние воздушной среды в школьных помещениях.

Исходя из данных опроса и беседы с медсестрой, можно сделать вывод, что исследование микроклимата школьных помещений и решение проблемы создания здоровой атмосферы в них являются актуальными для моей школы.

Таким образом, *целью* моей работы является исследование воздушно – тепловых параметров микроклимата школьных кабинетов в МБОУ Лицей №25 им. Н.Ф.Ватутина.

Гипотеза исследования: состояние физических, химических и микробиологических параметров микроклимата школьных кабинетов в МБОУ Лицей №25 им. Н.Ф.Ватутина не соответствует нормам.

Объект исследования: атмосфера школьных кабинетов в МБОУ Лицей №25 им. Н.Ф.Ватутина

Предмет исследования: состояние воздушно-тепловых параметров микроклимата школьных кабинетов.

Задачи исследования:

1. Изучить санитарно-гигиенические требования и нормы, предъявляемые к состоянию атмосферы школьных кабинетов.
2. Оценить физико-химические параметры атмосферы школьных кабинетов.
3. Оценить микробиологическое загрязнение атмосферы кабинета биологии.
4. Сделать вывод о соответствии изученных параметров нормам и возможном влиянии микроклимата школьных кабинетов на здоровье школьников.
5. Предложить меры по созданию экологически безопасной для учащихся школьной среды

Методы исследования:

1. Теоретические: анализ литературы и санитарно-гигиенической документации по проблеме.
2. Практические: опрос, беседа, измерение, микроскопирование, статистическая обработка данных, микробиологическое исследование.

Место исследования: Ульяновская область, город Димитровград, МБОУ Лицей №25 им. Н.Ф. Ватутина.

Время исследования: 2022-2023 учебный год.

Практическая значимость моей работы заключается в том, что определив физические, химические и микробиологические параметры атмосферы школьных кабинетов, я могу дать рекомендации администрации и учащимся школы по улучшению микроклимата в ней.

Глава 1. Микроклимат школьных помещений.

Микроклиматом называют совокупность физико-химических и биологических свойств воздушной среды. Для школы эту среду составляют ее помещения. Гигиенически нормальный воздух в школе – важное условие успеваемости и работоспособности учеников.

В закрытых помещениях за время пребывания в них детей повышаются температура и влажность воздуха, изменяется его химический состав. Это происходит вследствие выделений продуктов жизнедеятельности, выделений химических веществ из отделочных материалов. Кроме того, изменяется ионный состав воздуха, возрастает бактериальная обсемененность. Одновременно с ухудшением ионного состава, в помещениях возрастает концентрация углекислого газа. Все эти изменения среды обитания школьников могут оказывать неблагоприятное влияние на организм ребенка: ухудшать работоспособность, вызывать появление головных болей, вялости, риска заболеть вирусным заболеванием. Химические компоненты воздуха могут вызывать аллергические реакции, оказывать раздражающие действие. Изменение физических свойств воздуха, в частности повышение его температуры, отражается на функционировании системы терморегуляции, что особенно важно у маленьких детей при еще недостаточном развитии этой системы организма. Повышается потоотделение, нарушается состояние теплового равновесия организма и может быть перегревание организма [1]. Поэтому важно нормировать показатели среды закрытых помещений в учреждениях детства и школах.

Требования установлены следующими документами:

- СанПиН 2.4.2.2821-10 "Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях".
- ГН 2.2.5.1313-03 Химические факторы производственной среды. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

Согласно требованиям СанПиН, температура воздуха в зависимости от климатических условий в учебных помещениях и кабинетах, кабинетах психолога и логопеда, лабораториях, актовом зале, столовой, рекреациях, библиотеке, вестибюле, гардеробе должна составлять 18 - 24 С; в спортзале и комнатах для проведения секционных занятий, мастерских - 17 - 20 С. Для

контроля температурного режима учебные помещения и кабинеты должны быть оснащены бытовыми термометрами [4].

Высокая температура окружающего воздуха затрудняет отдачу тепла, что приводит к повышению температуры тела. При этом учащаются пульс и дыхание, нарастает утомляемость, падает работоспособность. Также затрудняет теплоотдачу и усиливает потоотделение пребывание человека в условиях повышенной относительной влажности. Высокая температура снижает уровень насыщения крови кислородом, что, в свою очередь, выливается в ощущение слабости, вялости, возможно также появление головокружения и одышки. При температуре воздуха около 30°C увеличивается потоотделение и нарушается водно-солевой баланс организма. При низких температурах наблюдается большая теплопотеря, что может привести к переохлаждению организма [3].

В помещениях общеобразовательных учреждений относительная влажность воздуха должна составлять 40 - 60 % [4]. Это тот уровень, при котором слизистые оболочки носа и глаз не пересыхают. В атмосфере пониженной влажности иммунитет носоглотки хуже справляется с вирусами, и дети чаще болеют. Так же сухой воздух воздействует на глаза, вызывая покраснения, сухость и способствуя их утомляемости [1].

В воздухе содержатся примеси разного происхождения: пыль, дым, различные газы. Все это отрицательно сказывается на здоровье людей. Косвенным показателем загрязнения воздуха в закрытых помещениях является содержание углекислого газа. 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 [7].

Согласно ГОСТ, оптимальное содержание углекислого газа для жилых помещений — до 400 ppm. Верхние допустимые значения - 800–1000 ppm. Концентрация свыше 1000–1400 ppm говорит о низком качестве воздуха, что негативно влияет на организм человека. В высоких концентрациях углекислый газ токсичен, его относят к удушающим газам и IV классу опасности. При повышении концентрации CO₂ в воздухе, возникает общая вялость, снижается работоспособность и концентрация внимания, появляется сонливость и слабость [7].

Кроме того в воздухе содержится пыль и микроорганизмы – бактерии, споры, плесневые грибки и др. Их особенно много в закрытых помещениях. Таким образом, при длительном пребывании в классе или кабинете 35–40 учеников воздух перестает отвечать гигиеническим требованиям. Изменяются его химический состав, физические свойства и бактериальная загрязненность. Все эти показатели резко возрастают к концу уроков. Это напрямую негативно влияет на самочувствие, концентрацию внимания и успеваемость школьников.

Глава 2. Исследование микроклимата школьных кабинетов МБОУ

Лицей №25 им. Н.Ф. Ватутина.

2.1. Измерение воздушно-тепловых параметров микроклимата кабинетов

Метод исследования: измерение температуры и влажности с помощью цифрового датчика температуры и влажности, анализ полученных данных.

Оборудование: датчик температуры и влажности Xiaomi Mijia Bluetooth Thermo-hygrometer 2 (см. Приложение 2)

Методика проведения измерения. Для исследования были выбраны кабинеты для изучения разных школьных предметов, находящиеся на разных этажах, имеющие самую большую загруженность в течение учебного дня. В

течении 10 дней (1 день – 1 кабинет) в кабинетах проводились замеры с помощью цифрового датчика температуры и влажности. Всего проводилось 6 замеров: перед уроками, после 3 урока - в середине учебного дня, после 6 урока – в конце учебного дня и в вечернее время при отсутствии занятий. Также, для определения влияния я проветривания, показатели замерялись после проветриваний на 3 и 6 уроках. Датчик устанавливался в нижней зоне помещений – «зоне дыхания» - на высоте 1,5 метра от пола в центре класса. Показатели были занесены в таблицу №1 и таблицу №2 (см. Приложение 3).

Результаты измерения. Из полученных данных видно, что температура в школьных учебных кабинетах, при отсутствии занятий соответствует верхней границе нормы. В спортзале температура ниже нормы. После проведения уроков температура в помещениях поднимается и выходит за пределы нормы. Наиболее высоких значений температура достигает в кабинете информатики. Это можно объяснить тем, что работающие компьютеры тоже способствуют разогреву воздуха. Меньше всего температура колеблется в кабинете иностранного языка. Скорее всего потому, что количество занимающихся в нем детей в 2 раза меньше. Больших значений достигает температура в кабинетах химии, биологии и начальных классов. В спортзале, даже при полной его загруженности, температура за учебный день повышается на 1-3 градуса, и, все равно, остается ниже нормы. Это объясняется расположением спортзала в отдельном крыле школы и отсутствием качественного отопления. После проветривания в течении 10 минут температура в классных помещениях приходит в норму.

Относительная влажность во всех кабинетах ниже нормы. Она остается низкой даже после проветривания. Самая низкая влажность в кабинете физики, русского и иностранного языка. В этих кабинетах нет цветов и они находятся на солнечной стороне. Только в спортзале влажность соответствует нормам.

По результатам измерения можно сделать следующие *выводы*:

1. В целом, температура в школьных кабинетах соответствует норме. Повышение температуры в течение дня корректируется режимом проветривания.
2. В течение урока температура в классе может повыситься на 3–4 С⁰. Это приводит к ухудшению условий для проведения занятий. Поэтому на каждой перемене необходимо проводить интенсивное (сквозное) проветривание в отсутствие детей под контролем термометра.
3. Проветривать кабинеты на переменах необходимо не менее 10 минут. Так как критерием полного воздухообмена являются снижение температуры воздуха на 2–4 С⁰ и его субъективно ощущаемая свежесть.
4. Повышенная температура и плохое озеленение кабинетов приводят к повышению сухости, а это неблагоприятно сказывается на состоянии как учащихся, так и педагогов, особенно их голосовой функции. Поэтому необходимы меры по повышению влажности воздуха в кабинетах.

2.2. Измерение концентрации углекислого газа в атмосфере школьных кабинетов

Метод исследования: измерение содержания углекислого газа в атмосфере школьных кабинетов с помощью цифрового датчика, анализ результатов

Оборудование: детектор углекислого газа для жилых помещений PG-L28A-CO₂ (см. Приложение 4).

Методика проведения измерения. Для измерения углекислого газа использовался компактный цифровой датчик PG-L28A-CO₂. Предварительно датчик проверила и откалибровала. Важное условие измерения углекислого газа в школьном кабинете — датчик должен находиться в зоне дыхания. Известно, что в школьных и офисных помещениях ближе к потолку концентрация углекислого газа ниже, чем у пола. Ведь источники углекислого газа (учитель и школьники) находятся «в нижних слоях атмосферы». Поэтому датчик был установлен на высоте около 1,5 метров от

пола в передней части класса. Измерения проводила перед уроками и после, в середине дня - после 3 урока, после проветриваний на 3 и 6 уроке и в вечернее время. Данные измерения занесла в таблицу №3 (см. Приложение 5).

Результаты измерения. Без присутствия учащихся - перед уроками и в вечернее время - содержание углекислого газа в атмосфере школьных кабинетов находится в норме и соответствует ГОСТу. Уже после 2-3 уроков концентрация углекислого газа резко увеличивается в 2-4 раза в зависимости о количества учащихся, находящихся в кабинете. После сквозного проветривания в течении 10 минут концентрация углекислого газа уменьшается на 500-800 ppm, т.е на 50-60%. Больше всего углекислого газа накапливается в кабинетах с высокой загруженностью: физики, химии, начальной школы. Меньше всего содержание углекислого газа меняется в атмосфере кабинетов иностранного языка и технологии. Это объясняется тем, что в них обучается только половина класса. В спортзале концентрация углекислого газа остается в пределах нормы в течение всего дня из - за больших размеров помещения.

Выводы:

1. Уже после первого урока при полной посадке концентрация углекислого газа в кабинете становится выше нормы в 2 раза и достигает верхних допустимых пределов.
2. После трех уроков концентрация углекислого газа в атмосфере кабинета может превышать норму в 3-5 раз.
3. Сквозное проветривание в течение не менее 10 минут возвращает содержание углекислого газа в пределы нормы.
4. Постоянные проветривания на переменах дают кратковременное снижение углекислого газа, Этого достаточно для поддержания предельно допустимых 1400 ppm. Однако для поддержания по-настоящему здорового микроклимата

нужно держать окна открытыми в течение всего урока, что практически невозможно в зимнее время.

5. Обеспечить оптимальное содержание углекислого газа в школьных помещениях можно только при наличии в здании эффективных систем вентиляции.

2.3. Определение пылевого загрязнения школьных кабинетов

Методы исследования: подсчет числа пылинок в объективе микроскопа.

Оборудование: прозрачная клеящая плёнка (скотч), ножницы, предметные стекла, микроскоп.

Методика исследования. В помещении исследуемых кабинетов с различных поверхностей (рабочих столов, подоконников, оконных стекол, стен, листьев растений) произвела сбор проб. К поверхности 5 объектов приложила скотч. Затем скотч с прилипшей к ней пылью прикрепила к предметному стеклу и рассмотрела под микроскопом. На площади в 1см^2 каждой полученной пробы посчитала количество пылинок. Данные занесла в таблицу № 4 (см. Приложение 6). Определила уровень запыленности в баллах: 1 уровень – слабая запылённость (1-5 пылинок на 1см^2); 2 уровень – средняя запылённость (5-9 пылинок на 1см^2); 3 уровень – сильная запылённость (10-15 пылинок на 1см^2); 4 уровень – очень сильная запылённость (более 15 пылинок на 1см^2) [6]. Сравнила запылённость разных классов, сделала вывод (см. Фото 3, Приложение 6).

Результаты исследования: самым запыленным оказался спортзал. Так как в нем редко проводится генеральная уборка. Со слабым уровнем запыленности были кабинеты математики, русского и иностранного языка. Скорее всего это можно объяснить тем, что в них систематически проводится генеральная уборка. И эти кабинеты имеют меньшую нагрузку, так как в школе есть еще кабинеты для этих предметов. Остальные кабинеты имеют

среднюю запыленность, так как они загружены больше, но уборка в них так же проводится регулярно.

Выводы:

1. Запыленность большинства исследуемых кабинетов средняя и слабая. И это логично, ведь влажная уборка проводится 2 раза в день, и раз в месяц организуется генеральная уборка силами учащихся.
2. Наиболее запылен спортивный зал, так как он более загружен, здесь школьники находятся в постоянном движении, а генеральная уборка с мытьем стен и подоконников проводится редко.

2.4. Исследование микробиологического загрязнения воздуха в кабинете биологии

Метод: выращивание микроорганизмов методом осаждения из воздуха, проведение статистической обработки материала, анализ и оценка состояния воздуха.

Оборудование: стерильные чашки Петри (2 шт.), мясо - пептонный агар, лупа, термостат.

1. Приготовление питательной среды: 2 г сухого агар-агара залила 100 мл кипячёной холодной воды, настояла 5-10 мин для набухания. Затем добавила 1/2 бульонного кубика, который предварительно измельчила. Смесь поставила на водяную баню и довела до кипения. Смесь процедила через фильтр из ваты. Чашки Петри простерилизовала в кипятке. Равномерно распределила МПА по дну чашки и остудила [2].

2. Методика исследования заключается в том, что чашку Петри с МПА оставляют на некоторое время открытой (поверхностный посев), а затем закрывают крышкой и ставят в термостат при $t = 37^{\circ}\text{C}$. О степени загрязнённости воздуха судят по количеству выросших колоний [2]. Седиментационный метод отбора проб (Коха) не позволяет определить точное количество микроорганизмов в воздухе, он дает лишь

ориентировочную оценку микрофлоры. Тем не менее, результаты таких исследований позволяют получить общую картину загрязнения воздуха.

Для проведения микробиологического исследования я выбрала кабинет биологии. Потому что он находится на 1 этаже школы в самом проходимом месте. Это самый первый кабинет в школе и мимо него каждый день проходят в школу сотни учащихся. Микробиологический анализ проводила в течение одного дня два раза: рано утром, до прихода учеников и после шестого урока до влажной уборки. Для заражения опытные чашки Петри открыла и выдержала в течение 5 минут. Крышки, не переворачивая, поставила рядом. Зараженные чашки Петри плотно закрыла и поместила в шкаф при температуре 22—25 °С на семь дней для культивирования посевов (см. Фото 4, Приложение 7).

Результат исследования.

Статистическая обработка полученных данных проводилась по методике Б. А. Доспехова [2].

Учет посева бактерий из воздуха производят путем подсчета выросших колоний бактерий отдельно. Зная площадь чашки Петри, можно определить количество микроорганизмов в 1 м³ воздуха. Для этого:

1) подсчитываем под лупой число колоний, выросших на МПА

Чашка Петри, посеянная перед началом занятий	Чашка Петри, посеянная после 6 урока
5 колоний	8 колоний

2) определяем площадь дна чашки Петри по формуле πr^2 при диаметре чашки 9 см: $S=3,14*4,5^2=63,6 \text{ см}^2$

3) Вычисляем количество колоний на 100 см²:

Чашка Петри, посеянная перед началом занятий	Чашка Петри, посеянная после 6 урока
5 колоний – 63,6 см ²	8 колоний -63,6 см ²
X колоний – 100 см ²	X колоний – 100 см ²

$X=5*100/63,6=7,8$ колоний	$X=8*100/63,6=12,5$ колоний
----------------------------	-----------------------------

4) Вычисляем количество микроорганизмов в 1 м³ воздуха:

Чашка Петри, посеянная перед началом занятий	Чашка Петри, посеянная после 6 урока
7,8 колоний – в 10 л воздуха	12,5 колоний - в 10 л воздуха
X колоний – 1000 л воздуха	X колоний – 1000 л воздуха
$X=7,8*1000/10=780$ колоний	$X=12,5*1000/10=1250$ колоний

5) Результаты данного исследования сравнила с критериями для санитарной оценки воздуха жилых помещений (см. Таблица №5 Приложение 7).

Выводы:

1. Уровень микробной загрязненности в кабинете биологии не превышает нормы. Это можно объяснить частым проветриванием кабинета во время учебного процесса.
2. Воздух школьных помещений действительно содержит бактерии, количество которых возрастает в течение дня под воздействием различных факторов.
3. При нахождении большого количества людей в помещении количество микроорганизмов в воздухе возрастает.
4. Влажная уборка и проветривание помещения способствуют снижению количества бактерий в воздухе.

2.5. Оценка состояния озеленения школьных кабинетов

Важными помощниками в борьбе за чистоту воздуха являются комнатные растения. Как известно, растения обогащают воздух кислородом, утилизируют углекислый газ, способствуют повышению влажности в помещении и могут являться индикаторами запыленности [5]. Поэтому я решила рассмотреть и этот параметр при изучении микроклимата в кабинетах.

Метод: подсчет растений в кабинетах, определение их видовой принадлежности.

Оборудование: определитель комнатных растений.

Методика исследования: я подсчитала количество растений в изучаемых школьных кабинетах. С помощью «Определителя комнатных растений» определила их видовую принадлежность. Результаты занесла в таблицу №6 (см. Приложение 8). Сделала анализ.

Результаты: растения в достаточном количестве есть только в кабинетах биологии, химии, технологии и кабинете начальных классов. В кабинете математики их мало. В кабинетах физики, информатики, русского и иностранного языка растений нет. Наиболее распространёнными растениями являются сансервиерия, фиалки, хлорофитум. Хлорофитум поглощает избыточное количество углекислого газа и обогащает воздух необходимым для нашего дыхания кислородом. Он обладает бактерицидным эффектом. Сансервиерия очищает воздух от паров бензола, подавляет развитие микроорганизмов. Фиалки продуцируют эфирные масла и фитонциды, которые убивают стафилококки и стрептококки [8].

Выводы:

1. Не все кабинеты в школе озеленены. В тех кабинетах, где есть растения их недостаточно.
2. Видовой состав растений беден. Повышая разнообразие растений, можно добиться повышения качества микроклимата в школе, так как многие растения обладают полезными свойствами.

Заключение

Проанализировав параметры микроклимата школьных кабинетов МБОУ Лицей №25 им. Н.Ф. Ватутина, в целом, можно сделать вывод, что не все из них выходят за пределы нормы и поставленная мной гипотеза подтвердилась частично. Так, температура, запыленность и микробиологическое загрязнение соответствуют нормам. Но из-за работы центрального отопления и отсутствия растений в кабинетах школы низкая влажность. Наиболее неблагоприятным помещением для занятий является

спортзал. Здесь очень холодно и высокий уровень запыленности. А содержание в атмосфере углекислого газа зависит от наполняемости кабинетов и режима проветривания. Постоянные проветривания на переменах дают кратковременное снижение углекислого газа, Этого достаточно для поддержания предельно допустимых значений.

Исходя из проведенной работы, можно дать следующие рекомендации организаторам учебного процесса:

1. Необходимы меры по повышению влажности воздуха в кабинетах. Например, можно положить на батареи мокрые полотенца, нижний край которых опустить в сосуд с водой, чтобы быстро не высыхали. На переменах легко увлажнить и слегка очистить воздух можно с помощью опрыскивания помещения из бутылочки с насадкой.
2. Нельзя пренебрегать таким достаточно эффективным мероприятием, как проветривание помещений. Во время перемен необходимо проветривать учебные помещения, во время уроков - рекреационные помещения. До начала занятий и после их окончания необходимо осуществлять сквозное проветривание учебных помещений, продолжительность которого определяется погодными условиями.
3. Для уменьшения запыленности школьных помещений и микробиологического загрязнения необходимо контролировать наличие сменной обуви у учащихся, проводить ежедневную влажную уборку и еженедельную генеральную уборку классов.
4. Для повышения влажности и уменьшения пылевого и химического загрязнения необходимо улучшать озеленение школьных кабинетов.

Тема данного исследования актуальна, многогранна и требует мониторингового подхода. Ведь состояние микроклимата в школьных помещениях, и особенно уровень углекислого газа, напрямую негативно влияет на самочувствие, концентрацию внимания и успеваемость школьников. Только при комплексном подходе к проблеме можно

разработать план по улучшению микроклимата школьных помещений. Поэтому я хочу продолжить и расширить свои исследования в этом направлении.

Основные направления дальнейших исследований: установление влияния озеленения на микроклимат в кабинетах, определение минимального времени проветривания для поддержания требований СанПиНа, комплексное микробиологическое исследование кабинетов в школе.

Список литературы:

1. Антонова О. А. Возрастная анатомия и физиология [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://bio.wikireading.ru/3722>
2. Васильева З.В., Кириллова Г.А., Лаксина А.С. Лабораторные работы по микробиологии: – Москва, «Просвещение», 1999 г. – 75 с.
3. Воздушная тревога. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/tion/blog/406383/>
4. Гигиенические требования к условиям обучения школьников в различных видах современных общеобразовательных учреждений. СанПин 2.4.2. 1178 – 02 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rg.ru/documents/2011/03/16/sanpin-dok.html>
5. Кузьмина, Е. Комнатные растения – наши защитники [Текст]/ Е.Кузьмина// Мои любимые цветы. - 2008. №22(82), октябрь. С.2-3.
6. Пасечник В.В. Школьный практикум. Экология, 9 кл. – М.: Дрофа, 1998.
7. Содержание углекислого газа в помещении: основные нормативы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://xn--90aifdm6al.xn--p1ai/blog/normy-uglekislogo-gaza-dlya-pomeshchenij>
8. Чудинова, Л.Е. Токсичные вещества в учебных аудиториях и нейтрализующие их растения. Электронное издание/ Е.А.Чудинова, А. Авилов. - ТУ ГЭТК, 2008.

Анкета для социологического опроса

1. Как вы считаете, влияет ли состояние воздуха в школьном кабинете на ваше самочувствие?

а) да б) нет

2. Отметьте в списке, какие ощущения у вас чаще всего возникают при нахождении в школе:

а) мне уютно, комфортно

б) мне холодно

в) мне жарко

г) мне душно, не хватает свежего воздуха

д) другое (написать)

Результаты

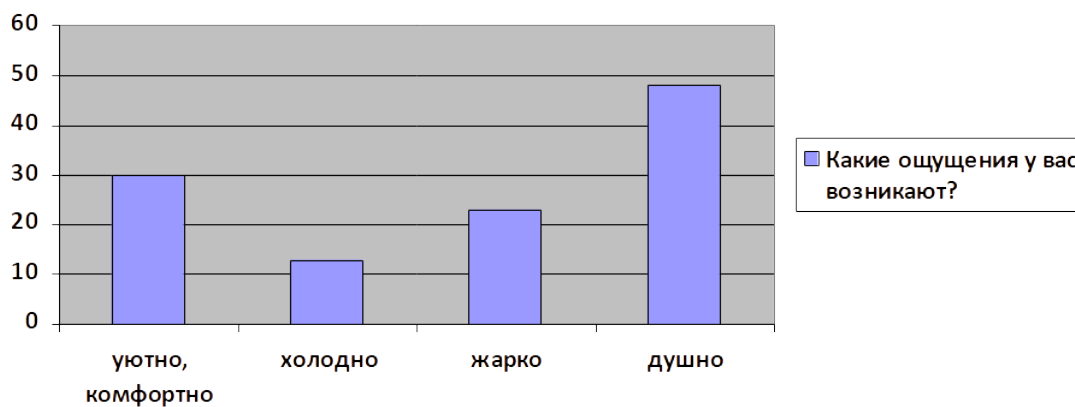
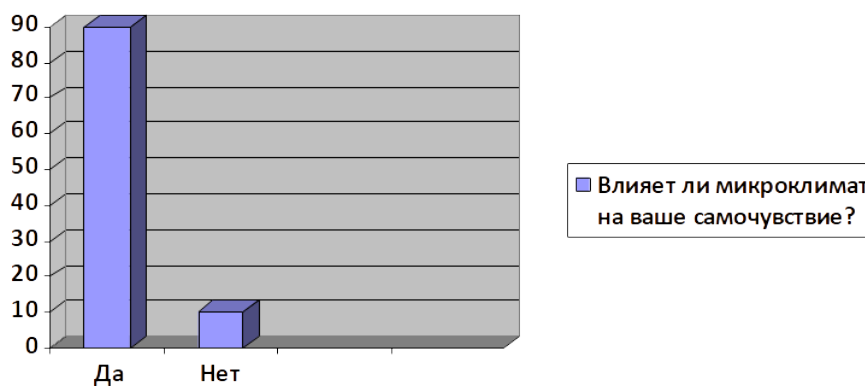




Фото 1. Датчик температуры и влажности Xiaomi Mijia Bluetooth Thermohygrometer 2

Кабинет		Перед уроками	После 3 урока	После проветривания	После 6 урока	После проветривания	После уроков
№	Предмет						
105	Биология	23	26	22	28	24	24
301	Химия	23	27	24	29	24	23
303	Физика	22	26	23	27	24	21
209	Русский язык	24	25	21	26	23	23
спортзал	Физкультура	11	12	-	14	-	11
107	Технология	24	26	23	26	22	23
208	Информатика	23	28	24	31	26	24
211	Математика	23	25	22	27	23	24
204	Иностранный язык	22	23	21	24	22	22
12	Начальный класс	22	26	23	29	24	22

Таблица № 1. Результаты измерения температуры

Таблица № 2. Результаты измерения влажности

Кабинет		Перед уроками	После 3 урока	После проветривания	После 6 урока	После проветривания	После уроков
№	Предмет						
105	Биология	23	29	33	27	34	24
301	Химия	27	33	39	35	38	30
303	Физика	6	15	22	20	25	12
209	Русский язык	12	23	28	24	30	20
спортзал	Физкультура	44	45	-	42	-	36
107	Технология	25	32	37	30	35	27
208	Информатика	23	28	34	26	33	24
211	Математика	21	26	33	29	35	28
204	Иностранный язык	22	25	27	25	28	23
12	Начальный класс	24	31	34	29	32	27

Приложение 4



Фото 2. Детектор углекислого газа для жилых помещений PG-L28A-CO2

Таблица №3. Результаты измерения содержания углекислого газа

Кабинет		Перед уроками	После 3 урока	После проветривания	После 6 урока	После проветривания	После уроков
№	Предмет						
105	Биология	442	1360	650	1230	585	447
301	Химия	450	2233	500	1380	541	450
303	Физика	430	2700	710	2940	656	475
209	Русский язык	445	1070	500	1110	420	449
спортзал	Физкультура	440	600	-	550	-	430
107	Технология	445	900	460	980	455	460
208	Информатика	448	1440	737	990	430	442
211	Математика	470	1300	480	2600	472	480
204	Иностранный язык	440	890	500	800	430	450
12	Начальный класс	460	2020	600	2000	500	478

Приложение 6

Таблица №4. Определение запыленности школьных кабинетов

Кабинет	Проба	Проба	Проба	Проба	Проба	Среднее	Уровень
---------	-------	-------	-------	-------	-------	---------	---------

		№1	№2	№3	№4	№5	значение	запыленности
№	Предмет							
105	Биология	8	15	6	9	5	8	2 уровень
301	Химия	9	10	7	5	6	7	2 уровень
303	Физика	5	9	9	7	8	7,6	2 уровень
209	Русский язык	6	5	7	5	4	5	1 уровень
спортзал	Физкультура	4	10	23	12	7	11	3 уровень
107	Технология	7	4	9	6	5	6	2 уровень
208	Информатика	8	14	7	11	6	9	2 уровень
211	Математика	3	4	2	5	4	3,6	1 уровень
204	Иностранный язык	4	2	5	6	3	4	1 уровень
12	Начальный класс	5	7	6	8	4	6	2 уровень



Фото 3. Определение запыленности кабинетов с помощью микроскопа

Приложение 7

Таблица №5. Критерии для оценки загрязнённости помещений по числу микроорганизмов в 1 м³ воздуха

Оценка воздуха	Число Микроорганизмов в 1 куб.метре воздуха			
	Кабинет	Летний режим	Видовой состав	Южный режим
Чистый №	Предмет	Менее 1500		Менее 4500
Грязный 105	Биология	Более 2500	Сансевиерия ,	Более 6000 44
Фот			Диффенбахия, Фиалки	
	301	Химия	Гербера, Нефролепис, Шеффлера Герда, Замиокулькас	37
	303	Физика	-	0
	209	Русский язык	-	0
	спортзал	Физкультура	-	0
	107	Технология	Папоротник, Нефролепис, Фиалки, Денежное дерево	24
	208	Информатика	-	
	211	Математика	Хлорофитум, Фиалки	7
	204	Иностранный язык	-	0
	12	Начальный класс	Фиалки, Кактус, Денежное дерево	16

о 4.

Колонии микроорганизмов из воздуха в кабинете биологии

Приложение 8

Таблица №6. Степень озеленения школьных кабинетов