

Муниципальное образовательное бюджетное учреждение
«Центр образования № 36»

**Всероссийский конкурс
юных исследователей окружающей среды**

Номинация «Человек и его здоровье»

«Чистый воздух – крепкое здоровье»

*(Разработка и использование инженерно-биологического комплекса
для очищения воздуха учебного кабинета)*

Автор: обучающаяся МОБУ «ЦО №36»
объединения «Маршруты здоровья»
Калужская Валерия, возраст 16 лет, 10 класс
Руководитель: п.д.о. Надеинская Т.И.
Научный консультант:
к.с-х.н., доцент ТГПУ им. Л. Н. Толстого
Пешкова А.М.

Тула, 2024г.

Оглавление

	Введение или ... воздушная среда и здоровье подростков	4
1	Обдуманно и постепенно (план реализации проекта).....	6
2	Что уже известно (обзор информационных источников)	7
2.1	1000 часов качественного воздуха (влияние воздушной среды на здоровье школьников)	7
2.2	Хлорелла приходит на помощь (возможности использования популяции хлореллы для повышения качества воздушной среды)	9
3	Полезные помощники (газоанализатор и рециркулятор)	10
4	Своими руками (создание биореактора)	11
4.1	Биология + инженерия (проектирование и сборка автоматизированного биоинженерного комплекса)	13
5	Группы, кабинеты. Расписание (формирование групп и распределение кабинетов)	15
6	Болеем, не болеем (результаты отслеживания заболеваемости школьников)	15
7	Себестоимость доступна (смета проекта)	16
	Выводы...или наши возможности	17
	Заключение...или улучшаем атмосферу школы	17
	Список информационных источников	18
	Приложение 1	19
	Приложение 2.....	20
	Приложение 3.....	21
	Приложение 4.....	22
	Приложение 5.....	23
	Приложение 6.....	24
	Приложение 7.....	25

Введение или ... воздушная среда и здоровье подростков

Я учусь в 10м классе, мне 16 лет. Учебная нагрузка в старших классах заметно возрастает, и нам приходится находиться в стенах школы значительное время, порой по 7-8 часов. К концу занятий в классах становится очень душно, и я, как и мои сверстники очень часто на последних уроках испытывают слабость, недомогание, жалуются на головную боль, вялость, утомление, снижается наша работоспособность. К тому же в сентябре-октябре данного учебного года многие стали пропускать занятия по причине болезни чаще, чем в такой же период прошлого учебного года.

Очень важно то, каким воздухом мы дышим. Конечно в тёплое время года можно проветривать классное помещение, но при низких температурах это невозможно. Когда очень душно хочется сказать «не хватает кислорода», но в данном случае это не верно, поскольку кислорода все еще достаточно, а повысилась концентрация углекислого газа, накопились частички пыли, возможно выделились другие вредные вещества, так как синтетических материалов в помещении более, чем достаточно (рюкзак, мебельное покрытие, материалы кроссовок и т.п.)

Это относится и к воздушной среде нашего школьного помещения, поскольку мои сверстники жалуются в конце учебного дня на головную боль, вялость, утомление. Я решила узнать более конкретно ситуацию с чистотой воздуха в классах. К тому же я обратила внимание, что во многих классах не так много комнатных растений, а в некоторых они просто отсутствуют.

Я интересуюсь биологией, химией, а последнее время стала интересоваться и физикой, поэтому обратившись к специальным литературным источникам и интернет ресурсам, посчитала возможным выяснить уровень свежести и чистоты школьных помещений, и использовать культуру водорослей, которые будут интенсивно поглощать углекислый газ.

Моё предварительное предположение основывалось на том, насколько можно снизить содержание углекислоты в классе при использовании популяции водоросли хлореллы.

В дальнейшем, обобщив литературные источники по теме влияния состава воздушной среды учебных классов, при содействии и помощи со стороны консультанта, к.с.-х.н., доцента кафедры биологии ТГПУ им. Л.Н. Толстого Пешковой А.М., было выдвинуто предположение о позитивном влиянии на качество воздушной среды помещений кварцевой обработки воздуха, его фильтрации и уменьшении содержания CO₂ посредством использования биологической модели на основе популяции водоросли хлореллы.

Цель проекта: исследование влияния микроклимата школьного помещения на состояние здоровья учащихся, определение качественного и уровня количественного загрязнения воздушной среды класса.

Задачи:

➤ на основании информационных источников изучить влияние воздушной среды в классе на здоровье школьников;

- выявить степень частоты и свежести воздуха школьного помещения;
- создать несложную в изготовлении и доступную по стоимости установку, улучшающую качество воздушной среды учебного помещения;
- определить возможность масштабируемости и доступность использования разработанной установки в условиях школы.

Целевая аудитория: обучающиеся старших классов ЦО № 36 г. Тулы

Объект изучения: воздушная среда школьных помещений

Методы:

- обзор литературных и интернет-источников по изучаемой проблеме;
- анкетирование старшеклассников по выявлению их самочувствия;
- мониторинговое наблюдение и статистическая обработка данных пропусков занятий подростков по причине заболевания;
- конструирование и сбор установки по улучшению воздушной среды учебного класса;
- сравнительный анализ самочувствия школьников в условиях работы установки и при её отсутствии.

Гипотеза: исходя из данных литературных источников и консультационной помощи, работа разработанного аппарата существенно повысит качество воздушной среды школьного помещения, что должно позитивно отразиться на самочувствии подростков.

Сильные стороны:

- ✓ популяризация среди старшеклассников информации о влиянии факторов окружающей среды на организм человека;
- ✓ углубление знаний в области биологии, химии и физики;
- ✓ использование творческого и изобретательского потенциала при разработке биоинженерной установки;
- ✓ расширение сотрудничества со специалистами ТГПУ им. Л. Н. Толстого

Слабые стороны:

- ✓ лимит времени проведения эксперимента;
- ✓ корректировка графика занятости учебных кабинетов согласно школьного расписания на время проведения эксперимента.

Возможности: повышение уровня естественнонаучной грамотности подростков и профессиональное самоопределение в области естественных и инженерных наук с учётом интересов обучающихся.

1. Обдуманно и постепенно (план реализации проекта)

№ п/п	Мероприятие	Период проведения	Результаты
1	Постановка проблемы и выдвижение идей для её решения. Выбор пути решения. Формирование полезных социальных контактов	24-27 октября	Выбор способа реализации решения проблемы с качеством воздуха и низкой посещаемостью по причине болезни
2	Проведение социального опроса		Собраны данные по 49ти школьникам и их самочувствию в школе
3	Сбор и анализ информации. Изучение источников информации		Обработка информации. Разработка плана сборки аппарата
4	Определение состава воздуха учебных кабинетов посредством газо-воздушного анализатора		Сбор и анализ количественных показателей воздуха учебных кабинетов по 3 ключевым показателям: частицы РМ 2.5, СО2 и формальдегид.
5	Обоснование материальных ресурсов проекта и сбор средств	28 октября - 4 ноября	Несложное изготовление аппарата, доступная себестоимость
6	Согласование с администрацией школы о распределении классов для контрольной и экспериментальной групп	(каникулярное время)	Определение места установки (кабинет биологии) и кабинетов мониторинга. Внесение корректировок в план размещения учащихся
7	Проектирование и сборка автоматизированного биоинженерного комплекса (далее «ИБК»)		Комплекс включает водную популяцию хлореллы, воздушный фильтр, блок кварцевой обработки воздуха помещения и блок автоматики. Пуско-наладка и тестирование работы ИБК в условиях школьного помещения

8	Запуск ИБК в реальных условиях учебного класса	5-6 ноября	Использование ИБК в кабинете биологии в постоянном режиме
9	Проведение мониторинговых наблюдений посещаемости	7 ноября - 18 декабря	Сравнение динамики отсутствия учащихся по причине болезней в контрольной и экспериментальной группах
10	Контрольный сбор и анализ показателей качества воздуха аудиторий посредством газоанализатора	15-18 декабря	Сбор и анализ количественных показателей воздуха учебных кабинетов по 3 ключевым показателям. Оформление проектной работы
11	Подведение итогов и определение практической значимости проекта (возможности и перспективы реализации данного проекта)		Оценка положительного влияния улучшенного качества воздуха помещений на посещаемость учащихся. Определение возможности масштабирования аппарата в условиях школы (сборка на уроках труда и технологии)
12	Трансляция результатов разработанного проекта широкой аудитории		Выступление в эфире на радио России Тула, размещение результатов проекта на сайте школы

2. Что уже известно *(Обзор информационных источников)*

2.1. 1000 часов качественного воздуха *(Влияние воздушной среды на здоровье школьников)*

По данным информационных источников известно, что без углекислого газа, как и без кислорода, жизнь человека невозможна. Углекислота стимулирует защитные системы нашего организма, помогая справляться с физическими и интеллектуальными нагрузками. Но только в определенных дозах и не в закрытом помещении. Выяснено, что даже в низких концентрациях углекислый газ в помещении становится токсичным, что

приводит к различным заболеваниям, к снижению иммунитета. Высокое содержание углекислого газа в помещении может являться причиной головной боли, воспаления глаз, проблем с носоглоткой, негативно влиять на респираторную систему и вызывать общее чувство усталости.

Концентрация углекислого газа в воздухе классной комнаты может увеличиться в несколько раз к концу занятия. У школьников, находящихся в классах с высокой концентрацией углекислого газа, часто наблюдается тяжелое дыхание, одышка, сухой кашель и ринит, появляется ослабление носоглотки. Из-за повышения концентрации углекислого газа в школах увеличивается число пропусков уроков учащимися по болезни. Респираторные инфекции являются основными заболеваниями в таких школах. Повышение концентрации углекислого газа в классе негативно влияет на результаты учебы детей, снижает их работоспособность.

Ещё одной причиной увеличения заболеваний является негативное воздействие загрязненного воздуха. Воздушная среда может загрязняться вредными газообразными примесями, пылью и микроорганизмами [6]. Микроорганизмы в небольших количествах почти всегда находятся в атмосфере воздуха, куда они заносятся главным образом с почвенной пылью. Пыль обычно всегда содержится в воздухе в тех или иных количествах. Она представляет собой легкие плотные частицы минерального или органического происхождения. Значительное содержание пыли в воздухе оказывает неблагоприятное воздействие на организм. Попадая в легкие, пыль частично задерживается там и может вызвать различные заболевания. Вместе с нею в организм проникают болезнетворные микробы. Они могут длительное время сохраняться на пылевых частицах и переноситься на значительные расстояния [6].

Когда же наступает момент, при котором углекислый газ начинает оказывать вредное влияние? Предельно допустимым количеством содержания углекислого газа в закрытом помещении не должно превышать 1% (*Приложение 2*).

Загрязнение воздуха в основном ассоциируется с фабричными выбросами и интенсивным дорожным движением, но никак не с учебными классами. Поэтому кажется, что для защиты от вредных веществ достаточно закрыть окно. Тем не менее, многие опасные выбросы образуются внутри помещений. Исследования окружающей среды показали, что уровень загрязняющих веществ внутри помещений может быть в два-пять раз, а иногда и в 100 раз выше, чем снаружи. Учитывая, что большинство учеников проводят около **1000 часов в классе каждый год**, качество воздуха в помещении является важной проблемой для школ [6].

Чистый воздух имеет решающее значение для здоровья и успеваемости учащихся. Дети особенно уязвимы к вредным и раздражающим загрязнителям **воздуха**, таким как вирусы, бактерии, различные химические вещества. Также не будет новостью, что свежий воздух полезен для мозга и

физического здоровья детей, а в условиях прошедшей пандемии чистый воздух в классах стал важен как никогда.

Школьные классы часто переполнены, в них жарко, и они плохо проветриваются, что увеличивает образование углекислого газа (CO₂). Превышение допустимого уровня CO₂ может приводить к головным болям, тошноте, снижению концентрации, помутнению зрения и другим негативным последствиям. Еще одним крупным источником опасных для здоровья выбросов являются летучие органические соединения (ЛОС), выделяемые строительными материалами, красками для мебели и чистящими средствами. По данным Всемирной организации здравоохранения, не существует безопасного уровня воздействия ЛОС. Наконец, твердые частицы (PM_{2,5} и PM₁₀), попадающие в окружающую среду, как правило, из систем отопления, могут влиять на качество воздуха. [6].

Плохой воздух вреден не только для растущего организма, но и для растущего ума [3]. Наука продолжает подтверждать жизненный опыт учителей: духота в классах влияет на усвоение учениками нового материала. В одном исследовании в США ученики в классах с лучшей вентиляцией набрали на 14-15% больше баллов по стандартизированным тестам. [3].

2.2. Хлорелла приходит на помощь

(Возможности использования популяции хлореллы для повышения качества воздушной среды)

Биотехнология, ставшая сегодня важнейшим приоритетом в мировой науке, охватывает широкий спектр производств, таких как пищевая, химическая, легкая промышленность, сельское хозяйство, медицинские биотехнологии, производство модифицированных пищевых добавок с использованием живых организмов [7]. Водоросли являются богатейшим источником белка, углеводов, витаминов, микроэлементов, стероидов, полиненасыщенных жирных кислот и других биологически активных соединений. Их основным достоинством является лабильность химического состава, что позволяет осуществлять управляемый биосинтез полноценных природных веществ [4].

Перспективной биотехнологией является выращивание одноклеточной зеленой водоросли хлорелла *Chlorella vulgaris*, относящейся к группе автотрофных протококковых водорослей.

Хлорелла – это представитель рода одноклеточных зеленых водорослей, которая имеет сферическую форму около 2–10 мкм в диаметре, клетки содержат хлоропласты с хлорофиллом, который обеспечивает усвоение фотосинтетической энергии [4]. Эта водоросль входит в категорию «суперпродуктов». Так, например, в биомассе хлореллы белков составляет 40-60 %, углеводов - 30-35 %, липидов 5-10 % и до 10 % минеральных веществ [1]. Среди растений, хлорелла стоит на первом месте по очень многим показателям. Применение хлореллы в различных областях деятельности

человека очень широкое, в том числе она может использоваться для производства кислорода.

Хлореллу культивируют в биореакторах с заданными параметрами, создающими благоприятные условия для роста ее биомассы. Производство суспензии хлореллы основано на фотосинтезе микроводорослей, который осуществляется в емкости, с использованием искусственного освещения и раствора углекислого газа [1].

Фотобиореактор – устройство для создания благоприятных условий культивирования хлореллы [2]. Данное устройство, в зависимости от конструкции, способно работать в автоматическом или полуавтоматическом (с присутствием оператора) режиме. Позволяет выращивать значительные объемы данной водоросли в промышленном масштабе. В качестве источника света в закрытых установках традиционно применяют лампы накаливания, в том числе кварцевые галогенные с отражателями, зеркальные лампы, люминесцентные, но в настоящее время, на рынке светотехники широкое применение получили светодиоды, которые обладают рядом преимуществ перед традиционными источниками света [2].

Процесс выращивания производится в течение 5 суток в колбах 1000 мл в светонепроницаемых грубобоксах, в которых устанавливаются разные режимы освещения [1]. Биотехнологическое производство хлореллы и культивирование в искусственных условиях проводят на растворах минеральных солей с использованием источников света, для снижения затрат на производство необходима оптимизация питательных сред, удешевление культивационных сосудов и источников фотосинтетически активного света.

На основании обзора специальной литературы и интернет источников было выдвинуто предположение о использовании популяции водоросли хлореллы в составе биологической модели, которая сопровождается кварцевой обработкой воздуха, его фильтрацией и уменьшением содержания CO₂ в помещении. К тому же, если популяция хлореллы значительно разрастётся, то эту биомассу можно использовать в качестве корма животным [5].

3. Полезные помощники *(Газоанализатор и рециркулятор)*

Для подтверждения выдвинутой гипотезы мною был проведен социальный опрос среди учащихся 8-10 классов, определивший частоту возникновения трёх наиболее популярных видов недомогания (головная боль, ощущение слабости, головокружение) и их причин (*Приложение 3 и 4*).

А также произведен сбор и анализ объективных данных качественного состава воздушной среды учебных классов. Для этого использовался специализированный аппарат - газоанализатор Сенсон-М-3005-6, регистрационный № РОСС RU.НСМ001.К01333, ГОСТ Р ИСО 9001-2015 (ISO 9001:2015)).



Рисунок 1. Фото газоанализатора

В числе собираемых параметров были выделены 3 основных: уровень углекислого газа (CO₂), взвешенные частицы (PM 2.5) и формальдегид.

Результаты сбора и анализа параметров качества воздуха показали, что кроме формальдегида, уровень которого хоть и был в пределах нормы, но на верхней её границе, показатели CO₂ и PM 2.5 ощутимо превышали допустимые значения во время учебного процесса (*Приложение 5*).

Также была выявлена корреляция испытываемых учащимися недомоганий и показателей качества воздуха.

В связи с этим было мною решено улучшить качество воздуха в экспериментальном помещении посредством 2 составляющих:

- использования **рециркулятора** - обеззараживание воздуха, уничтожение патогенов,
- использование **биореактора** на основе колонии микроскопической водоросли хлореллы - уменьшение количества CO₂.

Для обеззараживания воздушной атмосферы кабинета был выбран рециркулятор РЭБ-25/1 (сертиф. соответствия RU С-RU.НВ54.В.00832/21) (*Приложение 1*). Производительность обработки воздушного потока данного аппарата достаточна для объёма выбранного помещения.

Для уменьшения количества углекислого газа в помещении мной был проектирован и собран биореактор при инженерной поддержке сотрудника АО ЦКБА Лихачёва Д.М. и консультативной поддержке кандидата сельскохозяйственных наук, доцента кафедры биологии ТПГУ им. Л.Н. Толстого Пешковой А.М.

4. Своими руками (Создание биореактора)

За основу биореактора был взят типовой аквариум объёмом 35 литров – он является ёмкостью для суспензии и колонии хлореллы. Для обеспечения жизнедеятельности и положительной динамики роста колонии водоросли необходимо соблюдать множество факторов: достаточная освещённость,

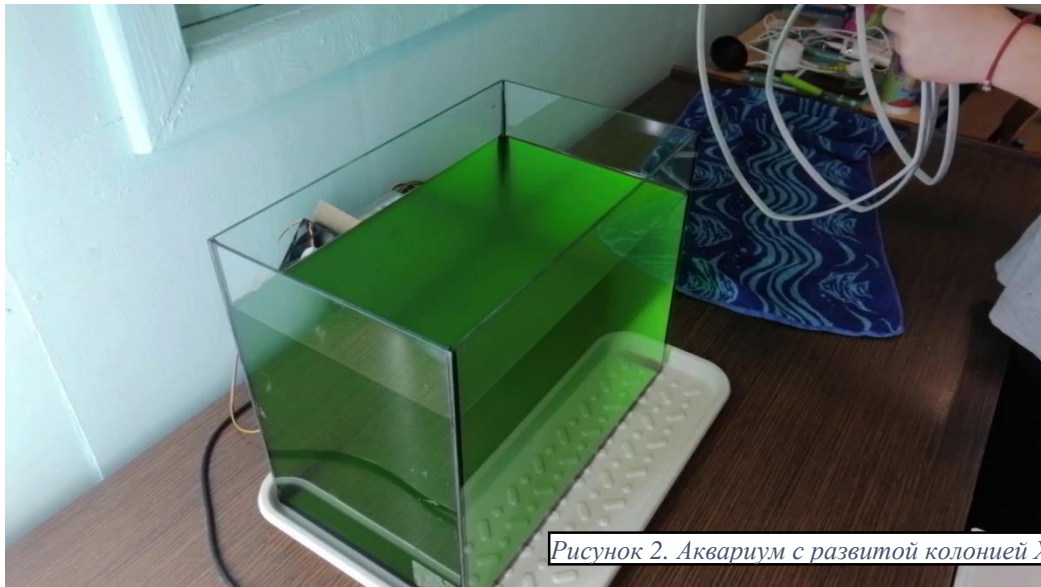


Рисунок 2. Аквариум с развитой колонией Хлореллы

подача углекислого газа, наличие питательного субстрата, постоянная суточная температура.

С целью обеспечения освещения используется фитолампа для растений мощностью 30 Вт, а также светодиодная лента (15 Вт) с полным световым диапазоном спектра и высоким индексом цветопередачи (CRI >90).



Рисунок 3. Фитолампа для освещения

В соответствии с рекомендациями по оптимальному соотношению времени светового дня для хлореллы, которое составляет: 14 часов интенсивного освещения и 10 часов темноты, либо слабого естественного света, потребовалось организовать автоматическое включение и выключение фитолампы и светодиодов по расписанию. За это отвечает программируемый выключатель электропитания 220В, типа «умная розетка».



Рисунок 4. "Умная" розетка

Подача углекислого газа в составе воздуха помещения учебного кабинета осуществляется с помощью воздушного насоса и аэраторных камней, соединённых трубками.



Рисунок 5. Воздушный насос и аэраторы

За поддержание постоянной суточной температуры отвечает самонагревающийся кабель, подключенный к автоматическому термостату. Датчик температуры находится непосредственно в водной суспензии и точно реагирует на понижение её температуры (включая нагрев кабеля), либо повышение выше нормы (35°C), отключая нагрев.



Рисунок 6. Термостат и нагревающий кабель



Важным параметром моего биореактора является то, что все его компоненты доступны в обычных магазинах (строительных и зоологических) практически в любом городе нашей страны. И 75% компонентов производятся на территории Российской Федерации, а, значит, производство такого аппарата не зависит от импорта и зарубежных поставок.

4.1. Биология + инженерия (Проектирование и сборка автоматизированного биоинженерного комплекса)

В ходе сборки и испытаний прототипа было замечено, что спустя несколько дней качество водной суспензии в аквариуме очевидно снижалось: появлялся осадок на дне и стенках, колония водоросли светлела, явно подавая признаки уменьшения плотности популяции. Причиной тому стал

загрязненный воздух помещения, в котором находился биореактор. Исследование воздуха ранее уже показывали наличие большого количества взвешенных частиц (PM 2,5 и PM 10) в помещении, особенно в периоды, когда учебный класс посещали обучающиеся. Логично предположить, что пыль и грязевые частицы попадали в воздух, поднимаясь с пола и обуви учащихся. К тому же, к сожалению, материалы, из которых производится обувь, элементы одежды и портфелей (сумок), часто содержат в себе вредные вещества, например, формальдегид. Эти летучие вещества также попадают в воздух, а затем в биореактор.

Дабы исключить попадание посторонних веществ в суспензию, а также дополнительно очистить подаваемый в биореактор воздух, было принято решение установить предварительный воздушный фильтр.

Для сборки такого блока используется НЕРА-фильтр, нагнетательные вентиляторы (кулеры – 4 шт.), а также короб из ЛДСП. Внутри этого блока и расположился воздушный насос, который отправляет уже очищенный воздушный поток в аквариум с хлореллой.



Рисунок 7. Сборка блока воздушного фильтра

Итоговая работающая сборка биологического инженерного комплекса выглядит так:



Рисунок 8. Итоговая сборка биореактора

Для того, чтобы работающие вентиляторы не создавали шум, отвлекающий учеников от занятий, их запуск и скорость вращения лопастей регулируется автоматическим реле, запрограммированным на школьное расписание. Таким образом, во время урока включены только 2 из 4 (с меньшим диаметром лопастей) вентилятора, работа которых практически незаметна человеческому уху. А во время перемен и в неучебные часы включаются все кулеры на полную скорость оборотов.



Рисунок 9. Реле управления



Рисунок 10. Датчик движения/присутствия

По тому же принципу работает и включение рециркулятора с кварцевыми лампами дополнительно к тому, что в кабинете установлен датчик движения и присутствия, который автоматически выключает рециркулятор и уменьшает скорость вращения вентиляторов биологического комплекса, при появлении в помещении людей.

Таким образом соблюдается ГОСТ использования биологических средств очистки воздуха в учебных помещениях (СанПиН 2.1.3.2630-10, ГОСТ Р 52539-2006).

5. Группы, кабинеты. расписание (Формирование групп и распределение кабинетов)

Учитывая время разработки проекта, подготовительные работы (накопление теоретической базы, сбор и установки и пусконаладочные работы) и организационные (согласование с администрацией школы выбора кабинетов) проводились в каникулярное время.

Для отслеживания самочувствия в процессе эксперимента были выбраны два класса: 8а (29 человек) - контрольная группа, 10-ый (21 человек) - экспериментальная группа. По согласованию с администрацией школы учебные кабинеты были распределены таким образом, что контрольная группа занималась в кабинетах согласно расписанию, за исключением кабинета с работающей установкой (кабинет биологии). Экспериментальную группу распределили по кабинетам с таким расчётом, чтобы ежедневно по три занятия проводились в кабинете с работающей установкой.

6. Болеем, не болеем (Результаты отслеживания заболеваемости школьников)

Почти одна четвёртая опрошенных школьников имеет хронические заболевания, что показало проведённое анкетирование. Загрязненная

воздушная среда школьных помещений особенно негативно отражается на здоровье этой категории старшеклассников.

Результаты отслеживания заболеваемости школьников за период проведения эксперимента (28 дней) дали следующие результаты:

- среди школьников контрольной группы выявлены пропуски по причине болезни у 13 человек (два человека болели повторно), из 28 дней (время эксперимента) только 7 дней на занятиях присутствовали все ученики;
- среди школьников экспериментальной группы выявлены всего 2 случая заболевания (первые дни работы комплекса), число пропущенных дней по причине болезни – 3 (*Приложение 6*).

Таким образом можно очевидно связать уменьшение пропусков занятий учащимися по причине болезни (почти в 6 раз!) с работой моего биоинженерного комплекса.

Официальная статистика посещаемости и пропусков занятий отражена в *Приложении 6*.

Описанные выше положительные эффекты также подтверждаются показаниями газоанализатора по тем же параметрам:

- уровень CO₂ уменьшился в 1.5 раза и вернулся в пределы допустимых по СанПин нормам,

- уровень частиц РМ 2.5 уменьшился на 30% в первую неделю работы ИБК и почти в 3,5 раза к концу проведения эксперимента,

- уровень формальгида снизился с верхней границы допуска до нижней.

(*Приложение 5*)

7. Себестоимость доступна (Смета проекта)

Наименование	Кол-во	Стоимость, руб.
Аквариум 35л	1 шт.	1000
Фитолампа 30 Вт	1 шт.	3500
Светодиодная лента	3 м	1000
Аэратор	2 шт.	1250
Суспензия хлореллы	7 л.	630
Кабель самонагревающийся	3 м.	970
Термостат	1 шт.	1100
«Умная» розетка	1 шт.	450
Вентилятор	4 шт.	1260
Фильтр «НЕРА»	1 шт.	1330
ДСП и фурнитура	4 шт.	500
Рециркулятор	1 шт.	4300

Датчик движения/присутствия	1 шт.	460
Программируемое реле	1 шт.	950
Итого		18700

Таблица 1. Смета проекта

Краткий анализ стоимости аналогичных систем биологической очистки и улучшения качественного состава воздуха помещений в условиях учебно-образовательных заведений показал, что моя сборка является наиболее доступной по соотношению цена / эффективность.

Выводы...или наши возможности

Разработка проекта дала возможность:

- на фоне обзора специальной литературы и интернет ресурсов обобщить информацию о влиянии воздушной среды на здоровье учащихся;
- определить степень чистоты и свежести воздуха школьных помещений;
- провести мониторинговое исследование самочувствия старшеклассников;
- на основании проведённого анкетирования выявить процент обучающихся с хроническими заболеваниями;
- собственными силами при консультативной помощи изготовить комплекс, улучшающую качество воздушной среды учебного помещения;
- определить себестоимость собранного аппарата, а отсюда и доступность его изготовления в условиях школы (уроки труда и технологии);
- повысить заинтересованность старшеклассников в улучшении микроклимата школьного помещения;
- мотивировать обучающихся на выбор профессий естественнонаучного профиля.

Заключение...или улучшаем атмосферу школы

Продуктом реализации проекта можно считать создание биоинженерного комплекса, эффективно снижающего содержание CO₂, частиц РМ 2.5, формальдегида, а также болезнетворных патогенов в воздухе школьных кабинетов.

Проведенное в рамках проекта исследование показало, что при накоплении в классной комнате CO₂ и других вредных веществ большинство школьников ощущает различные недомогания. Такая обстановка особенно негативно сказывается на значительной группе подростков, особенно на подростков с хроническими заболеваниями (данные проведённого анкетирования). Статистические показатели заболеваемости школьников раскрыли прямую зависимость количества респираторных и простудных заболеваний от состояния школьной атмосферы.

Использование знаний по биологии, химии, физике, проявление творческих и изобретательских способностей помогут самим школьникам существенно улучшить воздушную среду в нескольких учебных кабинетах.

Создание заинтересованной команды единомышленников и поддержка учителей труда и технологии дадут возможность в условиях школы собрать комплекс, очищающий воздушную среду учебных классов и выполняющий одновременно эстетико-терапевтическую функцию.

О результатах моего эксперимента мне удалось поведать широкой публике в эфире радиостанции «Вести.ФМ Тула» (*Приложение 7*).

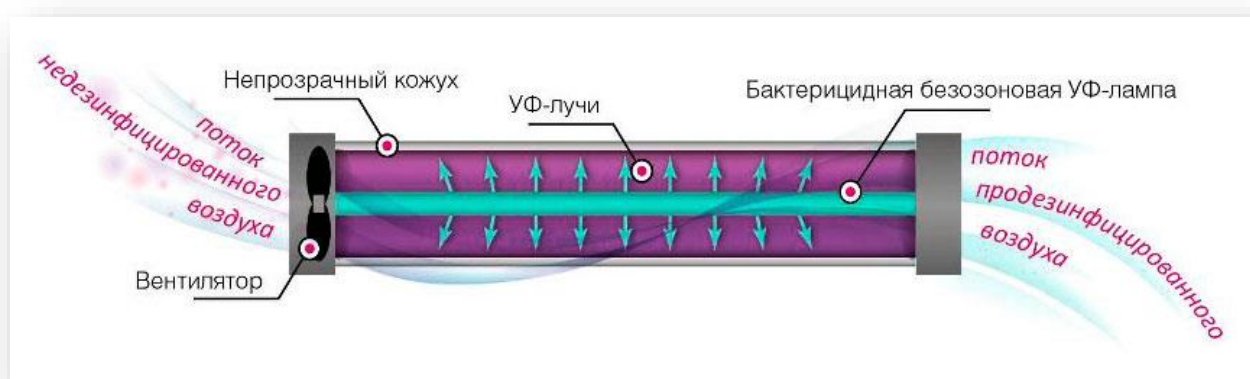
Список литературы

- 1.Александрова В.П., Болгова И.В., Нифантьева Е.А., Ресурсосбережение и экологическая безопасность человека: практикум с основами экологического проектирования.9 клас. -М.: ВАКО,2015. -144с.
2. Арьянова Э. Д., Иванова С. С., Карпова О. С., Трофимчук О. А., Шевченко И. Г., Алексеев М. А., Коршунов К. О. Культиватор для выращивания хлореллы в искусственных условиях // Архитекторы будущего: сборник научных трудов Всероссийской научной школы по инженерному изобретательству, проектированию и разработке инноваций, Томск, 28-30 Ноября 2014. - Томск: ТПУ, 2014 - С. 18-23
3. Безруких, М. М. Школьные факторы риска и здоровье детей [Текст] / М. М. Безруких // *Magister*. – 1999. – №3. – С. 56–64.
4. Лисовский Г. М. Управляемое культивирование микроводорослей. Изд. «Наука», 1964. – 153с.
- 5.Мананкина Елена, Мельников Станислав. Научно – практический журнал "Наука и инновации" // Использование хлореллы в кормлении сельскохозяйственных животных. Номер 8(90) 2010.
6. Хрипкова, А. Г., Колесов, Д. В. Гигиена и здоровье школьников [Текст] / – М.: Просвещение, 1988. – 216 с.
7. Складнев Д. А. Интернет-журнал «Коммерческая биотехнология». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://cbio.ru/page/43/id/3433/>, свободный. Дата обращения: 1.02.16.
8. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Ярославской области в 2007-2008, 2009, 2010,2013 гг. Ярославль [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.yarregion.ru/depts/doosp/Pages/Reports.aspx>. +

Фото используемого рециркулятора воздуха помещений



Схема работы бактерицидного рециркулятора



**Негативные физиологические проявления
при различных уровнях концентрации углекислого газа. [7]**

Уровень CO ₂ , ppm	Физиологические проявления	%
380-400	Идеальный воздух для здоровья и хорошего самочувствия.	0,038-0,04
400-600	Нормальное количество воздуха. Рекомендовано для школ	0,04-0,06
600-1000	Появляются жалобы на качество воздуха. У людей, страдающих астмой, могут учащаться приступы.	0,06-0,1
Выше 1000	Общий дискомфорт, слабость, головная боль, концентрация внимания падает на треть, растёт число ошибок в работе. Может привести к негативным изменениям в крови, также могут появиться проблемы с дыхательной и кровеносной системой.	Выше 0,1
Выше 2000	Количество ошибок в работе сильно возрастает, 70% учащихся не могут сосредоточиться на работе.	Выше 0,2

Таблица 2. Сводная таблица по влиянию CO₂ на состояние человека

Анкета

по выявлению самочувствия школьников во время занятий

1. Бывают ли у вас во время учебных занятий:

- а) головная боль (да, нет)
- б) ощущение слабости (да, нет)
- в) головокружение (да, нет)

2. Если подобное состояние бывает, то насколько часто:

- а) единичные случаи
- б) редко
- в) часто
- г) периодически

3. Эти случаи связаны с:

- а) простудой (гриппом)
- б) хроническим заболеванием
- в) атмосферой учебного класса

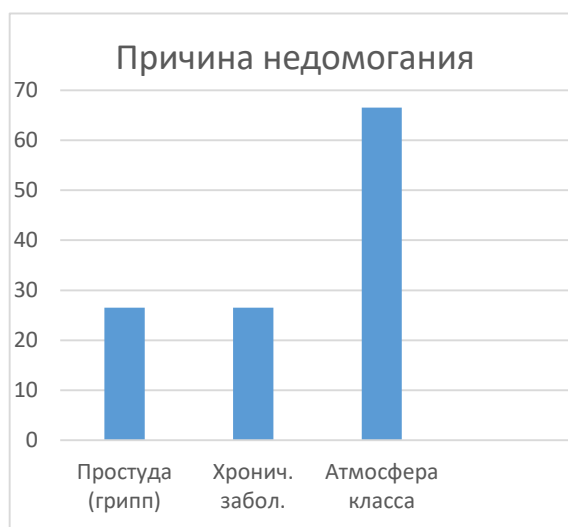
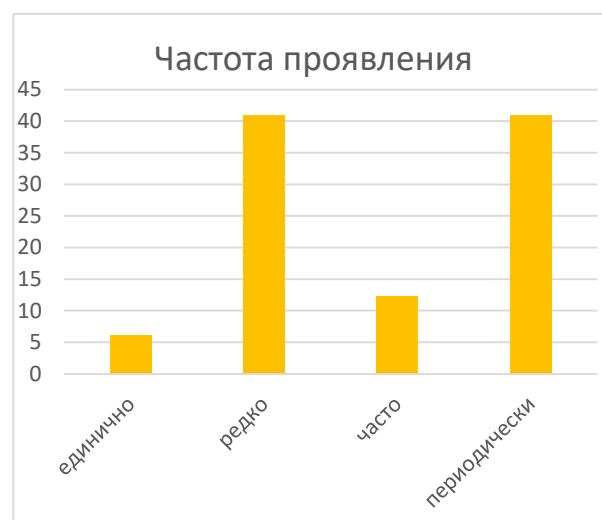
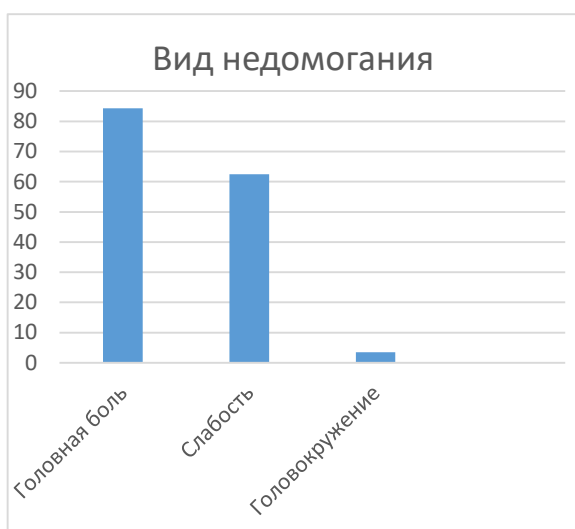
Графики результатов анкетирования

(всего опрошено 49 школьников)

Показатели самочувствия школьников во время занятий

Вид недомогания	Количество человек	Частота
головная боль	42	84,3
ощущение слабости	31	62,5
головокружение	20	40,1
Частота проявления	Количество человек	%
единичные случаи	3	6,1
редко	20	40,8
часто	6	12,3
периодически	20	40,8
Причина недомогания	Количество человек	Частота
простуда (грипп)	13	26,5
хроническое заболевание	13	26,5
атмосфера учебного класса	33	66,5

Таблица 3. Результаты анкетирования учащихся



Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
"Центр образования № 36"
(МБОУ ЦО № 36)

ВНИМАНИЕ, КЛАССНЫХ РУКОВОДИТЕЛЕЙ И УЧИТЕЛЕЙ-ПРЕДМЕТНИКОВ!!!
НЕОБХОДИМО ЕЖЕДНЕВНО ВНОСИТЬ ДАННЫЕ ПО ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ДЕТЕЙ

класс	10.23		10.24		10.25		11.05		11.06		11.07		11.08		11.11		11.12		11.13		11.14		11.15		11.18		11.19		11.20		11.21		11.22		11.25		
	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б	П
1а	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
1б	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
2а	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
2б	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
3а	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
3б	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
4а	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
4б	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
5а	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
5б	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
6а	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
6б	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
7а	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
7б	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8а	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
8б	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
9а	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9б	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
10	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
11	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

П-КОЛИЧЕСТВО ВСЕГО ОТСУТСТВУЮЩИХ ДЕТЕЙ ПО РАЗНЫМ ПРИЧИНАМ
Б-ОТСУТСТВИЕ ПО БОЛЕЗНИ, ЕСЛИ ВЫ ТОЧНО ЗНАЕТЕ

Таблица 4. Посещаемость учащихся в период 23.10.2024-25.11.2024

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
"Центр образования № 36"
(МБОУ ЦО № 36)

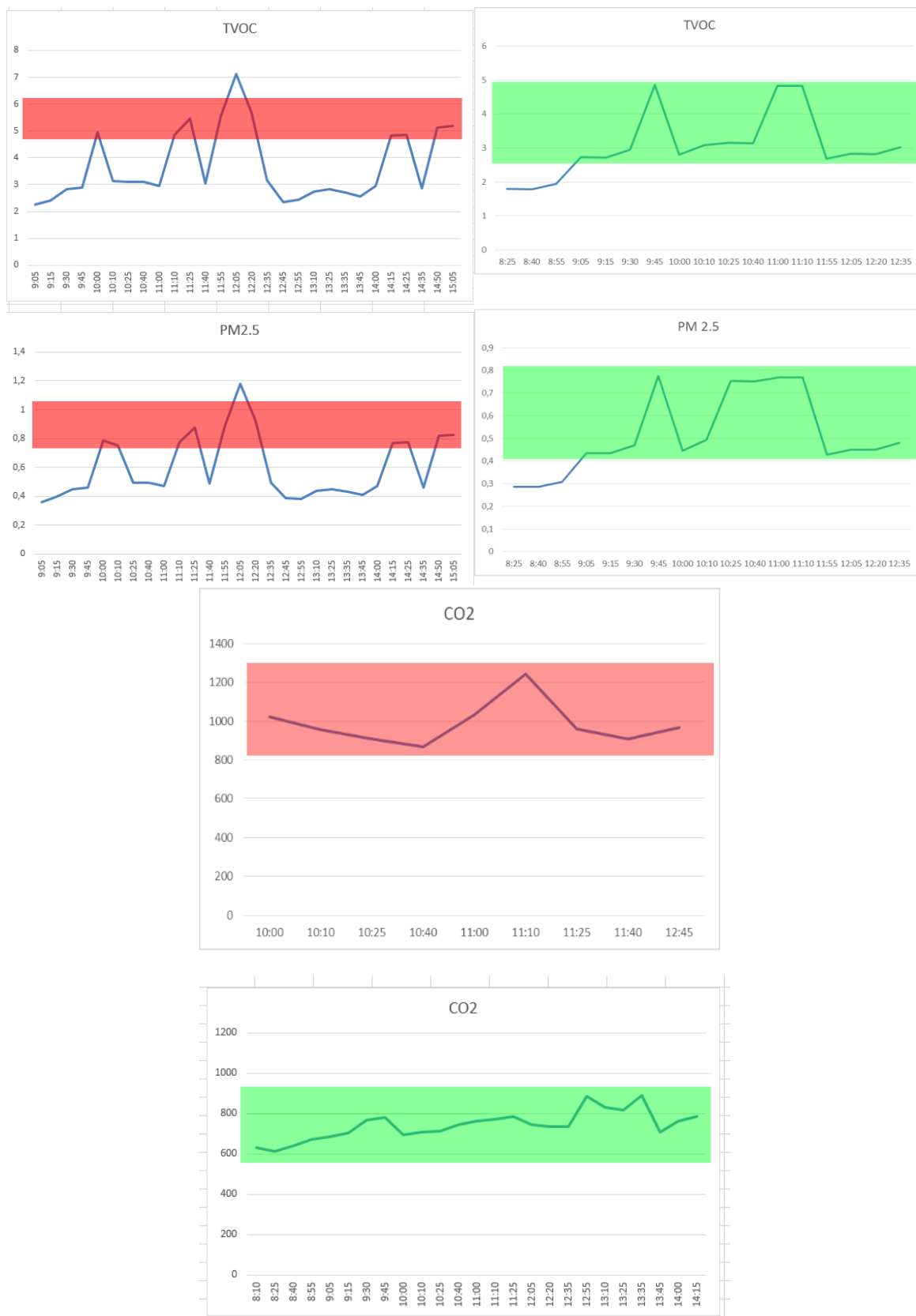
ВНИМАНИЕ, КЛАССНЫХ РУКОВОДИТЕЛЕЙ И УЧИТЕЛЕЙ-ПРЕДМЕТНИКОВ!!!
НЕОБХОДИМО ЕЖЕДНЕВНО ВНОСИТЬ ДАННЫЕ ПО ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ДЕТЕЙ

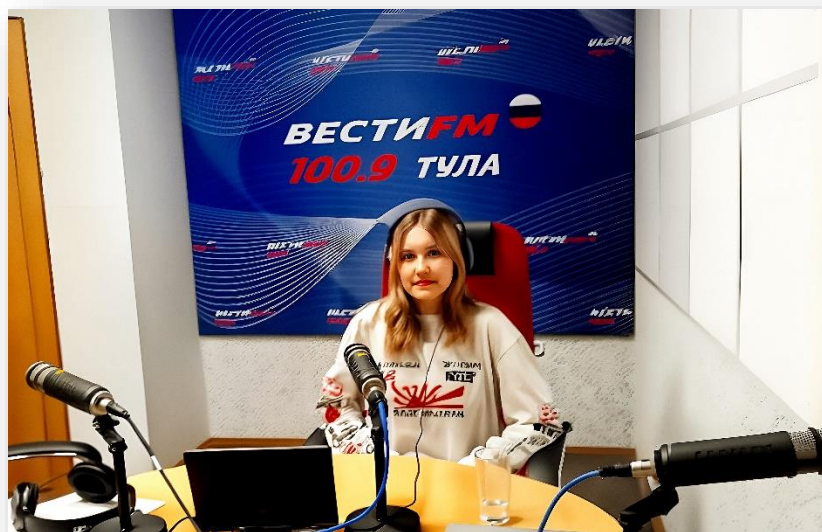
класс	11.26		11.27		11.28		11.29		12.02		12.03		12.04		12.05		12.06		12.09		12.10		12.11		12.12		12.13		12.16		12.17		12.18		12.19			
	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б
1а																																						
1б	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
2а																																						
2б	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
3а	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
3б	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
4а	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
4б	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
5а	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
5б	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
6а	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
6б	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
7а	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
7б	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
8а	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
8б	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
9а	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
9б	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
10	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
11	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	

П-КОЛИЧЕСТВО ВСЕГО ОТСУТСТВУЮЩИХ ДЕТЕЙ ПО РАЗНЫМ ПРИЧИНАМ
Б-ОТСУТСТВИЕ ПО БОЛЕЗНИ, ЕСЛИ ВЫ ТОЧНО ЗНАЕТЕ

Таблица 5. Посещаемость учащихся в период 26.11.2024-19.12.2024

Графики изменения качественного состава воздуха в экспериментальном помещении учебном кабинете





Филиал федерального государственного
унитарного предприятия
«Всероссийская государственная телевизионная
и радиовещательная компания»
«Государственная телевизионная и радиовещательная
компания «Тула» (ГТРК «Тула»)

Адрес: 300600, г. Тула, ул. Староникитская, 1
Тел.: (4872)36-57-00, Факс: (4872)33-11-80
Эл. почта: info@tula.rfn.ru
ОКПО 75206133, ОГРН 1027700310076,
ИНН/КПП 7714072839/710702002

12.12.2024 № _____
На № _____ от _____

СПРАВКА

Дана педагогу дополнительного образования МОБУ «ЦО №36» г. Тулы Надеинской Т.И. в том, что 12.12.2024г. она вместе со своей ученицей Калужской В. приняла участие в радиопрограмме «Формат 71» на радиостанции «Вести FM Тула» (100.9 ФМ) филиала ВГТРК ГТРК «Тула».

Гости студии – Надеинская Т.И. и Калужская В. рассказали в эфире о проектной деятельности в МОБУ «ЦО №36». Валерия Калужская поделилась собственным опытом по разработке и созданию биоустановки, очищающей воздух учебных кабинетов.

Руководитель Службы РВ
филиала ВГТРК ГТРК «Тула»

Т.Я. Соловьева