

Управление образования города Пензы

МБОУ лицей №73 г. Пензы
«Лицей информационных систем и технологий»



XXVI научно-практическая конференция
школьников города Пензы
«Я исследую мир»

*Расчет основных параметров и доработка
интеллектуального бактерицидного очистителя
на основе получения экспериментальных данных и
визуализации воздушных потоков.
Секция «Физика»*

Работу выполнила:
ученица 11А класса Кравчук Анна Дмитриевна

Научный руководитель:
учитель физики
высшей квалификационной категории
Пеганова Елена Викторовна

2021 г.

Оглавление

Введение.....	3
Актуальность	4
I Теоретическая часть	4
Приборы для измерения скорости воздушного потока.....	4
Методы визуализации потока	6
II. Экспериментальная часть	7
Анализ и теоретические расчеты эффективности работы бактерицидного рециркулятора.....	7
Измерение скорости воздушных потоков.....	9
Практический расчет бактерицидной производительности	13
Визуализация распределение потоков воздуха	15
Список литературы	16
Приложение №1	17
Приложение №2	18
Приложение №3	19
Приложение №4	20

Введение

От чистоты воздуха, которым мы дышим, зависит эмоциональное состояние человека, а также работоспособность иммунной системы организма, которая стоит на страже нашего здоровья. Постоянные атаки вредоносных микроорганизмов со временем могут оказать пагубное воздействие на систему защиты нашего тела, после чего мы становимся уязвимыми перед любыми осложнениями. Большинство патогенных микроорганизмов передается воздушно-капельным путем.

Обеззараживание воздуха отличается от обычного очищения воздушного пространства. Дело в том, что при обеззараживании главной целью для устранения являются бактерии и микробы, которые вызывают проблемы со здоровьем, чего при обычной очистке воздуха не предполагается. При этом в ход идут специальные приспособления, фильтры и антисептические свойства оборудования. Разумеется, аэрозоли и прочие химические составы также могут успешно справляться с данной задачей, но их воздействие кратковременно и потому менее эффективно.

С появлением коронавируса вопрос обеззараживания воздуха стал актуален не только для медицинских учреждений. Статистика констатирует, что инфекционными заболеваниями ежегодно в мире инфицируются более 7 млн. человек, даже проведение вакцинации не спасает от эпидемиологической опасности, т. к. новые штаммы вируса гриппа на нее не обращают внимание.

Дезинфекция воздуха бактерицидными рециркуляторами рекомендована Роспотребнадзором для профилактики инфекционных заболеваний. Без сомнения, дополнительно обезопасить себя и других людей не повредит, ведь вряд ли кому-то захочется остановить работу из-за вспышки эпидемии еще на месяц-другой. (Приложение №1)

Цель исследования:

- Провести расчёты производительности работы бактерицидных рециркуляторов воздуха, на основе проведения измерений скорости воздушных потоков для доказательства работоспособности и эффективности созданного прибора.

Задачи:

1. Изучить теоретические основы движения воздушных потоков в замкнутых пространствах.
2. Произвести измерения скорости воздушных потоков различных моделей рециркуляторов.
3. Проанализировать их эффективность на основе полученных данных.
4. Провести визуализацию воздушных потоков, создаваемых созданным нами рециркулятором.
5. Выработать рекомендации по доработке созданного устройства.

Основными методами исследования являются:

- работа с научной литературой;
- поиски анализ информации в сети Интернет;
- практическая работа для изучения приборов ультрафиолетовой очистки воздуха и расчёта их эффективности.

Актуальность

Обеззараживание воздуха в замкнутых помещениях с интенсивным потоком людей ультрафиолетовыми бактерицидными рециркуляторами является одним из самых действенных методов профилактики заражения инфекционными заболеваниями распространяющихся воздушным путем.

В 2020-2021 году нами была создана собственная модель интеллектуального бактерицидного очистителя воздуха, который назвали "**SmartBactericidalAirCleaner (SBAC) - Умный Бактерицидный Чистильщик Воздуха**", для которого были проведены теоретические расчёты бактерицидной эффективности и производительности. Но его результативная работа была под сомнением. Для этого было принято решение изменить направления по сбору доказательной базы эффективности и изучить изменения воздушных потоков, провести замеры их скорости.



SBAC обеспечивает:

1. Бактерицидную обработку воздуха путем многократного его прогона через пространство, облучаемое ультрафиолетовыми лампами.
2. Автоматический подсчёт ресурса работы УФ-ламп и визуальную индикацию срока эксплуатации, и предупреждение о необходимости их замены.
3. Контроль интенсивности ультрафиолетового излучения и сигнализацию снижения эффективности работы УФ-ламп.
4. Контроль вращения тангенциального вентилятора.
5. Контроль температуры и наличия очагов возгорания внутри корпуса.
6. Работу по расписанию, установленного пользователем в зависимости от условий и места эксплуатации, для обеспечения оптимального режима обеззараживания и экономии электроэнергии.
7. Установку в систему подвесных потолков помещения или самостоятельное размещение на стене или потолке.

I Теоретическая часть

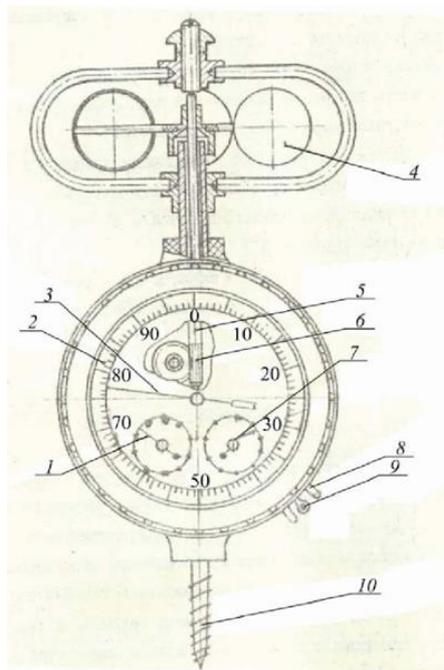
Приборы для измерения скорости воздушного потока

Для измерения скорости движения (подвижности) воздуха используются приборы, называемые анемометрами. В зависимости от конструктивных особенностей различают анемометры:

- чашечный (диапазон измерений от 0,6 до 42 м/с);
- крыльчатый или лопастной (диапазон измерений от 0,3 до 42 м/с);
- ультразвуковой /термоанемометр (диапазон измерений от 0,02 до 75 м/с);
- узкоспециализированные – пневмоанемометры, оптические.

В чашечных и крыльчатых анемометрах движение воздуха воспринимается либо 4-мя полыми полушариями, либо пластинками, изогнутыми в виде лопастей. Их вращение системой зубчатых колес передается стрелкам. Так как чашечные анемометры могут осуществлять измерения только в одной плоскости, перпендикулярной оси вращения, крыльчатые анемометры являются более совершенной их модификацией.

Ветроприемником чашечного анемометра служит четырехчашечная вертушка 4, насаженная на ось 5, вращающаяся в опорах. На нижнем конце осинарезан червяк 6, связанный с редуктором, передающий движение трем указывающим стрелкам. Циферблат 2 имеет соответственно шкалы единиц, сотен, тысяч. Червяк 6 через червячное колесо и триб передает движение центральному колесу, на оси которого закреплена стрелка 3 шкалы единиц. Триб центрального колеса через промежуточное колесо приводит во вращение малое колесо, на оси которого насажена стрелка (шкалы сотен). От малого колеса через второе промежуточное колесо вращение передается второму малому колесу, ось которого несет на себе стрелку шкалы тысяч 7.



Включение и выключение механизма производится арретиром 9, один конец которого находится под изогнутой пластинчатой пружинкой, являющейся подпятником червячного колеса. Для выключения счетного механизма арретир 9 поворачивают по часовой стрелке. Другой конец арретира при этом поднимает пластинчатую пружину, которая, перемещая ось колеса в осевом направлении, выводит червячное колесо из зацепления с червяком 6. При повороте арретира против часовой стрелки червячное колесо входит в зацепление с червяком и ветроприемник анемометра соединяется с редуктором.

Механизм анемометра закреплен в корпусе из пластмассы, нижняя часть корпуса заканчивается винтом 10, служащим для крепления анемометра на стойке или шесте. В корпусе анемометра по обе стороны арретира 9 ввернуты ушки 8, через которые пропускается шнур для включения и выключения анемометра, поднятого на стойке (шесте). Шнур привязывается за ушко арретира 9.

Ветроприемник анемометра защищен крестовиной из проволочных дужек, служащей также для крепления верхней опоры оси ветроприемника.



В последнее время, большое распространение получили цифровые крыльчатые анемометры. Скорость потока в данном анемометре измеряется с помощью круглой крыльчатки с несколькими лопастями. Поток воздуха, воздействуя на крыльчатку вращает её с определённой скоростью. Измерив скорость вращения крыльчатки, определяется скорость движения потока. Крыльчатка или встроена в прибор, либо вынесена за пределы прибора. Портативный крыльчатый анемометр, это электронный прибор небольшого размера с

информативным жидко-кристаллическим экраном. Скорость потока на экране отображается в различных единицах измерения (м/с, мили/ч, футы/мин и т.д), или по двенадцатибальной шкале Боффорта. Крыльчатый цифровой анемометр имеет достаточную чувствительность и может измерить скорость воздушного потока от 0,1 м/с. Также анемометры дополнительно оборудуют датчиками температуры и влажности, что существенно расширяет функциональность прибора.



Методы визуализации потока

ГОСТ Р ИСО 14644-3-2007 определяет несколько возможных методов визуализации воздушных потоков, среди которых - визуализация потоков воздуха с помощью нитей, с помощью введения в поток воздуха аэрозольных частиц, фото- и видеосъемка процесса визуализации, а также математическое моделирование потоков воздуха в помещении.

Визуализация с помощью нитей

Метод состоит в наблюдении за нитями (шелковыми нитями, отдельными нейлоновыми волокнами, флажками или тонкими лентами), которые крепятся к штырькам или точкам пересечения проволочной сетки, находящимся в потоке воздуха. Это дает видимую картину направления потока воздуха и их изменения из-за турбулентности. Целесообразно использовать эффективную подсветку и видеозапись или фотографию полученной картины потоков воздуха. Для определения угла отклонения потока следует выполнить измерения в двух точках (например, на расстоянии от 0,5 до 2 м).

Визуализация с помощью аэрозольного генератора или генератора частиц (метод введения частиц)

Метод состоит в наблюдении за поведением частиц, которые вводятся в поток воздуха. Применение источников света с высокой интенсивностью светового потока позволяет определить направление и однородность потока воздуха. Трассирующие частицы могут быть получены из распыляемой деионизованной воды, спирта и пр. Источник частиц должен быть выбран так, чтобы исключить загрязнение воздуха и поверхностей чистого помещения. При выборе метода распыления следует учесть требования к размеру частиц (капель). Он должен быть достаточным для визуализации потока воздуха выбранным методом, но не настолько большим, чтобы гравитация или иной эффект могли повлиять на их движение и искажение получаемой картины.

Визуализация потоков воздуха с помощью видеозаписи

Видеозапись картины визуализации потоков воздуха позволяет получить количественные характеристики потоков (векторы скоростей) в двухмерном изображении. При этом используются цифровые камеры, передающие изображение на компьютеры с необходимыми интерфейсами и программным обеспечением. Для достижения большей пространственной разрешающей способности могут использоваться лазерные источники света и пр.

Визуализация потоков воздуха методом построения распределения скоростей (математическое моделирование и расчет воздушных потоков)

Распределение скоростей потоков воздуха может быть построено по нескольким точкам, в которых скорость определяется термоанемометром, ультразвуковым анемометром или другим прибором.

II. Экспериментальная часть

Анализ и теоретические расчеты эффективности работы бактерицидного рециркулятора

Основными ключевыми факторами для расчета работы бактерицидных рециркуляторов воздуха являются:

1. Достаточность и полнота дезинфекции.
2. Безопасность эксплуатации.
3. Комфорт.
3. Энергоэффективность.

Эффективность работы рециркулятора по обеззараживанию воздуха в помещении, складывается из двух основных величин:

1. Производительность обмена воздуха ($\text{м}^3/\text{ч}$)
2. Бактерицидная производительность и эффективность устройства.

Для заводского рециркулятора производительность обмена воздуха составляет, исходя из производительности примененного в устройстве вентилятора, 60 $\text{м}^3/\text{ч}$. Для полной отчистки воздуха в фойе лица потребуется порядка 10 ч. Увеличивая число рециркуляторов, можно сократить время рециркуляции.

В разработанном устройстве был использован тангенциальный вентилятор, производительность которого 250 $\text{м}^3/\text{ч}$. Таким образом время полной замены воздуха составит 2,5 часа.

Из приведенных расчетов следует, что в фойе лица должно быть установлено 16 заводских рециркуляторов или 4 рециркулятора нашей разработки.

Бактерицидная производительность (Прбк, $\text{м}^3/\text{ч}$), под которой понимается количественная результативность использования облучателя как средства снижения микробной обсеменённости в воздухе, прокачиваемом через него.

Другой важнейший параметр этого облучателя – бактерицидная эффективность (Ебк, %), которая рассчитывается с помощью приведенных формул. Для расчёта используются формулы, полученные в результате многочисленных экспериментов в лабораториях. Например, бактерицидный поток лампы, константа фоточувствительности санитарно показательного микроорганизма для бактерицидного излучения.

$$\text{Пр}_{\text{БК}} = \frac{N_{\text{л}} F_{\text{л}} K_{\text{ф}} K_{\text{о}} K_{\text{с}} \sigma_{\text{V}} 3600}{-\ln(1 - J_{\text{БК}} 10^{-2})}$$

$$J_{\text{БК}} = \left(1 - \exp\left(-\frac{N_{\text{л}} F_{\text{л}} K_{\text{ф}} K_{\text{о}} K_{\text{с}} \sigma_{\text{V}} 3600}{\text{Пр}_{\text{БК}}}\right) \right) * 100\%$$

Где $N_{\text{л}}$ - число ламп; $F_{\text{л}}$ - бактерицидный поток лампы; $K_{\text{ф}}$ - коэффициент использования бактерицидного потока лампы; $K_{\text{о}}$ - коэффициент многократных отражений бактерицидного потока от стенок камеры; $K_{\text{с}}$ - коэффициент, учитывающий спад бактерицидного потока к концу срока службы лампы; σ_{V} – константа фоточувствительности санитарно показательного микроорганизма (*S.aureus*) для бактерицидного излучения ;

Исходя из приведенных расчётных формул, посчитала бактерицидную производительность заводских и нашего устройства.

Используя данные технические характеристики на заводские устройство (приложение №4), был произведен расчёт. Получила следующие величины: производительность бактерицидная одного из школьных устройств (Solar-60) = 53,79 м³/ч, а бактерицидная эффективность – 88 %, что является ниже, чем в заявленных требований, установленных Роспотребнадзором. Другое устройство (МСК – 908), которое используется в лицее имеет бактерицидную производительность = 88 м³/ч, а бактерицидная эффективность – 94 %

Расчёты для нашего устройства показывают, что производительность бактерицидная = 132 м³/ч, а бактерицидная эффективность – 98%.

Исходя из приведенных расчетов и сравнения, следует что, разработанное нами устройство превышает по производительности, работает при минимальном количестве времени, лёгок в эксплуатации, прост в применении и в сборке, при этом не теряя в технических показателях.

Анализируя полученные данные, мы предлагаем примерный режим работы данного устройства, согласно сетке уроков и секций лицея (Приложение №2)

Измерение скорости воздушных потоков

Измерения скорости воздушных потоков производилось двумя типами анемометров чашечным анемометром МС-13 и цифровым MW - 1

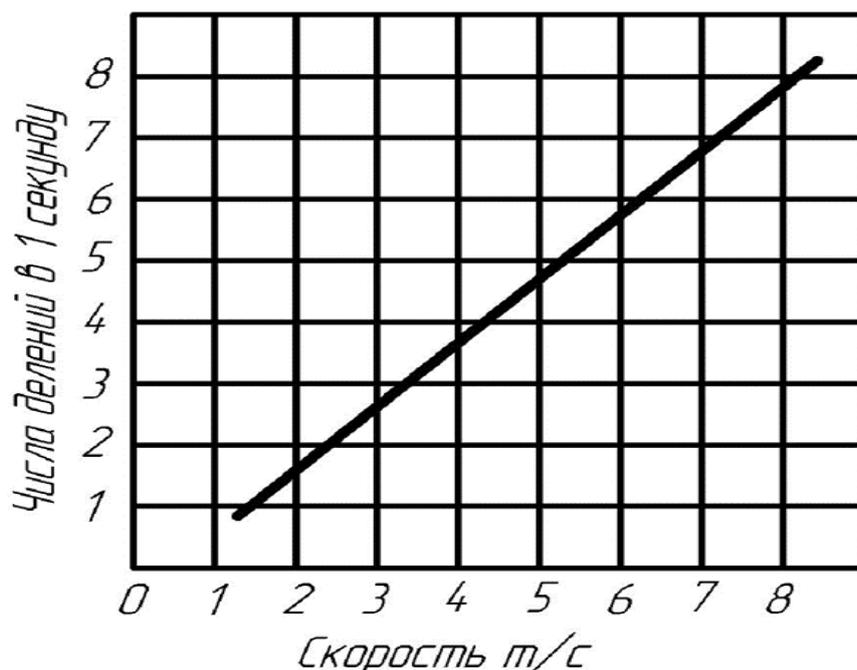


Измерение анемометром МС-13.

Для измерения скорости воздушных потоков различных приборов для очистки воздуха был использован ручной чашечный анемометр МС-13. (Приложение №3)

Перед измерением скорости ветра выключают с помощью арретира передаточный механизм и записывают начальное показание счетчика (по всем трем шкалам). После этого анемометр устанавливают вертикально в измеряемом воздушном потоке; через некоторое время (10 - 15 с) одновременно включают механизм прибора и секундомер. Определение скорости воздушного потока производят в течение 1 - 2 мин. По истечении этого времени механизм прибора и секундомер выключают и записывают конечное показание счетчика и время экспозиции. Делением разности конечного и начального показаний счетчика на время экспозиции, определяют число делений, приходящихся на 1 с.

Скорость ветра определяется по градуированному графику, приложенному к анемометру. На вертикальной оси графика находят число делений шкалы приходящихся на одну секунду. От этой точки проводится горизонтальная линия до пересечения с прямой графика, а из точки пересечения проводится вертикальная линия до пересечения с горизонтальной осью. Точка пересечения вертикали с горизонтальной осью графика дает искомую скорость воздушного потока в м/с



Были проведены измерения для рециркуляторов воздуха, которые используются у нас в школе и для созданного прибора с помощью использован ручного чашечного анемометра МС-13.



Измерение скорости потоков воздуха для SBAC



Измерение скорости потоков воздуха для Solar 60 и МСК 908

Результаты измерения представлены в таблице 1:

Таблица 1

Показатели	Измерения					
	СВАС (решётки вперёд)	СВАС (решётк и назад)	Solar 60	Solar 60	МСК 908	МСК 908
Начальные показания счётчика, д	0	0	0	0	0	0
Конечные показания счётчика, д	10	10	10	10	10	10
Разность отсчётов	10	10	10	10	10	10
Длительность замера, с	25,79	28,64	10,09	9	6,44	10,9
Частота вращения, д/с	~0,4	~0,3	~1	~1,1	~6,44	~0,9
Скорость движения воздуха, м/с	~0,9	~0,8	~1,3	~1,4	~1,9	~1,2

Цифровым анемометром MW-1 (приложение №3), были проведены измерения скорости воздушных потоков для нашего устройства SBAC



В ходе проведённых измерений были получены следующие величины:

Элементы устройства	Скорость движения воздуха, м/с
Выходное отверстие (решётки вперёд)	1,1
Выходное отверстие (решётки назад)	0,9
Внутри корпуса устройства	1,8

Измерения заводских рециркуляторов не проводилось, ввиду того что измерения данным прибором производились на выезде, в сторонней организации, любезно согласившейся предоставить его на своей территории.

Таким образом, сравнивая показания обоих приборов для рециркулятора SBAC, можно примерно предположить значения цифрового анемометра для заводских рециркуляторов.

Скорость движения воздуха, м/с	Измерения					
	SBAC (решётки и вперёд)	SBAC (решётки и назад)	Solar 60	Solar 60	МСК 908	МСК 908
МС-13	~0,9	~0,8	~1,3	~1,4	~1,9	~1,2
MW-1	1,1	0,9	~1,4-1,5	~1,5-1,6	~2,0-2,1	~1,3-1,4

Практический расчет бактерицидной производительности

Итак, для подсчета данной величины были приняты следующие допущения:

- камера имеет форму прямоугольного параллелепипеда, объём которого равен фактическому объёму камеры ($V_k, \text{м}^3$), независимо от её конструктивного исполнения; время облучения воздушного потока воздуха в камере выражается как

$$t_k = \frac{V_k * 3600}{\text{Пр}_{\text{БК}}}$$

При постоянстве $\text{Пр}_{\text{БК}}$ и остальных параметров облучателя, оно соответствует уравнению непрерывности воздушного потока в камере:

$$\text{Пр}_{\text{БК}} = \text{const} = vS * 3600$$

где:

S – площадь живого сечения камеры, м^2 ; v – скорость воздушного потока в камере, м/с ; L – длина камеры, м .

Для рециркулятора **СВАС** мы имеем:

S (площадь живого сечения камеры) $\approx 0,05 \text{ м}^2$

V (скорость потока внутри камеры) $= 1,8 \text{ м/с}$.

исходя из этого получаем:

$$\text{Пр}_{\text{БК}} = 1,8 * 0,05 * 3600 \approx 162 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Конструктивные внутренние элементы закрытого облучателя оказывают определенное сопротивление воздушному потоку.

В случае с рециркулятором **СВАС** мы имеем достаточное большое изменение скорости воздушного потока на выходе из него, так как поток меняет свое направление на перпендикулярное первоначальному движению.

V_v (скорость потока внутри камеры) $= 1,8 \text{ м/с}$.

V_c (скорость потока вне камеры) $= 0,9 \text{ м/с}$.

Таким образом, реальная бактерицидная производительность($Пр_{бкр}$), должна учитывать отношение скоростей внутри камеры и на выходе:

$$Пр_{бкр} = \frac{v_b}{v_c} Пр_{бк}$$

$$Пр_{бкр} = 162 * 0,9 / 1,8 \approx 81 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

При этом теоретическая расчетная величина бактерицидной производительности($Пр_{бкр}$) составила 132 м³/ч.

Определим время облучения воздушного потока воздуха при его прохождении длины камеры:

$$t_k = 0,05 * 0,38 * 3600 / 81 \approx 0.87 \text{ с}$$

Соответственно бактерицидная эффективность обеззараживания ($J_{бк}$) воздушного потока будет равна:

$$J_{бк} = (1 - \exp) * 100 \approx 91,8\%$$

При этом теоретическая расчетная величина бактерицидная эффективность обеззараживания ($J_{бк}$) составила 98%.

Вывод:

Таким образом, исходя из расчетов, основанных на практически измеренных величинах видно, что реальные показатели бактерицидной производительности($Пр_{бкр}$) и величина бактерицидной эффективности обеззараживания ($J_{бк}$) меньше теоретически рассчитанных.

	Теоретический расчет	Расчет на основе измеренных величин
Бактерицидной производительности($Пр_{бкр}$)	132 м ³ /ч	81 м ³ /ч
Бактерицидная эффективность обеззараживания ($J_{бк}$)	98%	91,8%

Соответственно можно прогнозировать, что данные величины заводских рециркуляторов также окажутся ниже 8-10%.

Визуализация распределение потоков воздуха

Для визуализации распределения воздушных потоков, которые обеззараживаются и выходят из корпуса устройства была использована визуализация с помощью нитей. В SBAC установлены две вентиляционные решётки на выходных отверстиях, они наклонены в разные стороны. К выходным окошкам корпуса рециркулятора были приклеены тонкие полоски из папирусной бумаги. Пока устройство не работало, полоски оставались неподвижными. Далее включалось устройство и можно наблюдалось отклонения полосок из бумаги.



Таким образом, по результатам проведенного эксперимента по визуализации распределения воздушных потоков на выходе из рециркулятора SBAC следует произвести его модернизацию выходных отверстий:

1. Количество отверстий в выходных вентиляционных решётках можно уменьшить до двух,
2. Направление выхода обеззараженного воздуха сделать в одну сторону для более эффективной эксплуатации прибора.

Заключение

На фоне распространения вирусной инфекции в определенные периоды (осень-весна) очень актуально усиление профилактических мер и на фоне распространения коронавируса в целях профилактики нами разработан бактерицидный рециркулятор воздуха. Его можно использовать в любых помещениях для обеззараживания воздуха. Это устройство стало альтернативной заменой дорогостоящим рециркуляторам воздуха, уже предложенным многим школам нашего города.

Проведенные теоретические расчеты и практические измерения показывают эффективность его работы, а низкая себестоимость и высокие потребительские качества, могут обеспечить заинтересованность в организации его промышленного производства.

Созданными устройствами планируется оснастить фойе нашего лицея, где постоянно скапливается большое количество людей.

Список литературы

Нормативные документы:

1. «СанПиН 2.4.5.2409-08. Санитарно-эпидемиологические требования к организации питания обучающихся в общеобразовательных учреждениях, учреждениях начального и среднего профессионального образования. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы».
2. ГОСТ Р 15.013-94 "Система разработки продукции. Медицинские изделия".
3. ГОСТ Р 50444-92"Приборы, аппараты и оборудование медицинские. Общие технические условия".
4. ГОСТ Р 50267.0-92 "Изделия медицинские электрические. Общие требования безопасности"
5. ГОСТ 12.2.025-76 "Изделия медицинской техники. Электробезопасность", а также Приказом Минздрава РФ от 15.08.01 N 325 с изменениями от 18.03.02 "Порядок проведения санитарно-эпидемиологической экспертизы продукции".

Книги:

1. Росляков Е.М., Сударь Ю.М., Тупицин Ю.Е. Справочник «Насосы. Вентиляторы. Кондиционеры, Вентеляторы». Политехника, 2011 г.
2. Надеждин Н. «Томас Эдисон. "Человек изобретающий"», 2010г.
3. Крох Л. «Всё о рециркуляторах воздуха», 2018г.
4. Майоров А.Н. Физика для любознательных, или о чём не узнаешь уроке. Ярославль. Академия развития, 2010.
5. Перельман Я.И. Занимательная физика. М.: Наука, 1976.
6. Перельман Я.И. Физическая смекалка. М.: Омега, 1994.

Ресурсы Интернет:

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki>
2. <http://sovet-ingenera.com/vent/cond/bezlopastnoj-ventilyator.html>
3. <https://aqua-rmnt.com/ventilyaciya/kak-mozhno-sdelat-kondicioner-svoimi-rukami-v-domashnix-usloviyax.html>

Приложение №1

Сравнительная характеристика различных технических средств обеззараживания воздуха.

Параметры	Фотокаталитические воздухоочистители	Ионные электростатические воздухоочистители	УФ-облучатели рециркуляторного типа	УФ-лампы (без рециркуляции)	Импульсивные ксеноновые УФ-облучатели	Аэрозольные генераторы	Озоновые генераторы
Назначение	Очистка и обеззараживание воздуха	Очистка и обеззараживание воздуха	Обеззараживание воздуха	Обеззараживание воздуха и поверхностей	Обеззараживание воздуха и поверхностей	Обеззараживание воздуха и поверхностей	Обеззараживание воздуха и поверхностей
Технология	Уничтожение бактерий, вирусов и спор плесневых грибов за счёт разрушения клеточных стенок. Разлагает органические соединения до простых веществ	Притяжение частиц аэрозоля при прохождении через пластины ионизатора	Уничтожение микроорганизмов (бактерии и вирусы) за счёт повреждения ДНК клеточного ядра микробной клетки УФ излучением с длиной волны 230-300нм	Уничтожение микроорганизмов (бактерии и вирусы) за счёт повреждения ДНК клеточного ядра микробной клетки УФ излучением с длиной волны 230-300 нм	Широкополосное по спектру УФ-излучения (длина волны: 200-700 нм) вызывает деструктивное воздействие на нуклеиновые кислоты, белки, мембраны и пр.	Взаимодействие с микроорганизмами в зависимости от группы дезсредства	Уничтожение бактерий, вирусов и спор плесневых грибов за счёт разрушения клеточных стенок. Разлагает органические соединения до простых веществ.
Эффективность в отношении отдельных составляющих биоаэрозоля: бактерии и вирусы	все	все	все	В зоне действия излучения	В зоне действия излучения	все	все
Плесневые и дрожжевые грибы	Уничтожает	Не действует	Эффективность низкая или отсутствует	Эффективность низкая или отсутствует	Уничтожает	Уничтожает	Уничтожает
Летучие органические соединения	Разлагает до безопасных продуктов	Не действует	Не действует	Не действует	Не действует	Зависит от группы и концентрации дезсредства	Разлагает до безопасных продуктов
Запахи	Устраняет	Не действует	Не действует	Не действует	Устраняет	Устраняет	Устраняет
Режим работы	Непрерывный в присутствии людей	Непрерывный в присутствии людей	Непрерывный в присутствии людей	В отсутствии людей	В отсутствии людей	В отсутствии людей	В отсутствии людей

День недели	Режим работы	Обоснование использования	Расписание звонков
Понедельник	1. 7:10 – 7:45	Приход основной массы детей	1) 8.00 - 8.40
Вторник	2. 8:00 – 8:40	Приход детей (ко 2 уроку)	2) 8.55 - 9.35
Среда	3. 11:45 – 12:20	Уход детей домой (нач. школа)	3) 9.50 - 10.30
Четверг	4. 13:35 – 14:10	Уход детей домой (ср. и ст. школа)	4) 10.45 - 11.25
Пятница	5. 15:25 – 16:00	Приход детей в секции	5) 11.40 - 12.20
	6. 18:25 – 19:00	Уход детей из секций	6) 12.35 - 13.15 7) 13.25 - 14.05
7. Суббота	1. 7:10 – 7:45	Приход основной массы детей	1) 8.00 - 8.40
	2. 10:50 – 11:25	Уход основной массы детей	2) 8.55 - 9.35
	3. 11:45 – 12:10	Приход детей в ШШР	3) 9.50 - 10.30
	4. 13:35 – 14:10	Уход детей из ШШР	4) 10.45 - 11.25
	5. 15:00 – 15:35	Рециркуляция после ухода всех детей из школы	5) 11.40 - 12.20
Воскресение	Выходной	-	-

Технические характеристики МС-13:

1. Диапазон измерения средней скорости воздушного потока от 1 до 20 м/с.
2. Чувствительность не более 0,8 м/с.
3. Основная погрешность не более $\pm (0,3 + 0,05V)$ м/с, где V - измеряемая скорость воздушного потока.
4. Анемометр изготавливается в исполнении У категории 1.1 ГОСТ 15150-69 но для работы при температуре воздуха от минус 45 до плюс 50°C, относительной влажности воздуха 90 % при температуре 20 °С.
5. Срок службы анемометра до списания не менее 8 лет.
6. Габаритные размеры не более 170x70x70 мм.
7. Масса не более 0,25 кг.

Технические характеристики MW-1:

1. Диапазон скорости воздуха: От 0 до 30 м/сек, от 0 до 5860 фут/мин, от 0 до 90 км/час, от 0 до 65 миль/час, от 0 до 55 узлов.
2. Диапазоны температуры / ветрового охлаждения: От 14 до 113 F / от -10 до 45 C.
3. Разрешение по температуре: 0,36 F (0,2 C).
4. Точность: Скорость ветра: $\pm 5\%$ от показания. Температура: $\pm 3,6$ F (± 2 C).
5. Разрешение: 0,1 м/сек, 19 фут/мин, 0,2 миль/час, 0,2 узла.
6. Время замера: 1 отсчет в секунду.
7. Водостойкость: До 1 метра.
8. Питание: Литиевая батарея CR-2032 или эквивалентная.
9. Автоматическое выключение: 14 минут после последнего нажатия кнопки.
10. Лопасть: Пластиковая, заменяемая.
11. Корпус: Пластиковый.
12. Дисплей: 59 x 51 мм.
13. Вес: 52,1 г.

Приложение №4

Наименования параметров характеристик	Обозначение	Solar - 60	МСК - 908	SBAC
Число ламп	$N_{л}$	4	2	2
Длина лампы с цоколями	$l, м$	0,4	0,3	0,3
Мощность лампы	$P_{л}, Вт$	9	15	15
Бактерицидный поток лампы	$F_{л}, Вт$	3	5	5
Коэффициент использования бактерицидного потока лампы	$K_{ф}$	0,4	0,4	0,4
Коэффициент многократных отражений бактерицидного потока от стенок камеры	$K_{о}$	1,5	2,5	2,5
Коэффициент, учитывающий спад бактерицидного к концу срока службы лампы	$K_{с}$	0,8	0,9	0,8
Константа фоточувствительности санитарно показательного микроорганизма (<i>S.aureus</i>) для бактерицидного излучения	$G_{у}, м^3/Дж$	0,0179	0,0179	0,0179
Бактерицидная эффективность	$J_{бак}, \%$	88	94	98
Длина камеры	$L, м$	0,3	0,595	0,38
Площадь живого сечения камеры	$S, м^2$	0,07	0,0374	0,151875
Площадь выходного канала вентилятора	$S, м^2$	0,07	0,03	0,01
Площадь выходного отверстия устройства	$S, м^2$	0,07	0,03	0,02975
Бактерицидная производительность	$Пр_{бк}, м^3/ч$	53,79	88	132,38