



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

**Секция: РОБОТОТЕХНИКА**

# **Smart Bactericidal Air Cleaner**

## **SBAC**

### **«Умный Бактерицидный Чистильщик Воздуха»**

Работу выполнили:  
Аляев Александр Олегович, ученик 11А класса  
Кравчук Анна Дмитриевна, ученик 10А класса

Научный руководитель:  
учитель технологии  
Пеганов Станислав Юрьевич

Пенза 2020

## **Оглавление**

<i>Введение</i> .....	3
<i>Цель исследования:</i> .....	4
<i>Задачи:</i> .....	4
<i>Актуальность</i> .....	6
<i>I. Теоретическая часть.</i> .....	8
<i>Принцип работы ультрафиолетовых бактерицидных рециркуляторов воздуха</i> .....	8
<i>Категории безопасности</i> .....	12
<i>Плюсы и минусы работы рециркуляторов</i> .....	13
<i>Требования, предъявляемые к рециркуляторам воздуха, устанавливаемым в учебных учреждениях</i> .....	15
<i>Обоснование и расчет режимов работы устройства "Smart Bactericidal Air Cleaner (SBAC)"</i> .....	16
<i>II. Практическая часть</i> .....	21
<i>Назначение</i> .....	21
<i>Состав устройства</i> .....	22
<i>Функциональная схема</i> .....	24
<i>Электрическая схема</i> .....	25
<i>Режимы работы</i> .....	25
<i>Заключение</i> .....	28
<i>Список литературы</i> .....	30

## **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. 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.

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. Все мы знаем, что болезнь легче предупредить, чем лечить, поэтому необходимо проводить постоянно профилактику, обеззараживать окружающую нас среду — с этим отлично справляется бактерицидный рециркулятор для эффективного очищения воздуха.

Дезинфекция воздуха бактерицидными рециркуляторами рекомендована Роспотребнадзором для профилактики коронавируса. 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.

Ультрафиолетовый бактерицидный рециркулятор-облучатель закрытого типа предназначен для обеззараживания воздуха в любых помещениях. Выделяют, как наиболее важные, следующие диапазоны ультрафиолетового излучения: Ближний ультрафиолет, УФ-А лучи (UVA, 315—400 нм) УФ-В лучи (UVB, 280—315 нм) Дальний ультрафиолет, УФ-С лучи (UVC, 100—280 нм). Обеззараживание происходит в процессе принудительной рециркуляции воздуха с помощью вентилятора через корпус облучателя, внутри которого размещены ультрафиолетовые лампы с длиной волны 230-300 нм, при этой длине волны ультрафиолет наиболее эффективно уничтожает РНК и ДНК вирусов и бактерий. Стандартом для УФ-ламп стали длины волн с максимумом около 254 нм, обладающие широким спектром действия на микроорганизмы, включая бактерии, вирусы, грибы и споры. Отсутствие прямых ультрафиолетовых лучей делает рециркуляторы-облучатели безопасными для использования в присутствии людей.

### **Цель исследования:**

Разработать модель бактерицидного рециркулятора с микроконтроллерным управлением, на основе проведенных физико-математических расчетов эффективности данного класса устройств.

### **Задачи:**

1. Изучить принципы работы бактерицидных рециркуляторов-облучателей.
2. Проанализировать рынок данных устройств.
3. Систематизировать требования, предъявляемые к рециркуляторам, применяемым в учебных заведениях.
4. Собрать экспериментальный образец устройства на базе микроконтроллера Arduino

5. Определить условия эксплуатации созданного устройства в условиях МБОУ Лицей №73 г.Пензы.

## 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 связи с масштабным распространением COVID-19 и широким применением ультрафиолетовых бактерицидных рециркуляторов, мы проанализировали рынок данных устройств и выявили следующие негативные моменты в условиях их применения в учебных заведениях:

1. Высокая стоимость, средняя стоимость ~ (стоимость более 5000 руб) - 93%
2. Наличие только одной функции пользователя "Включить-выключить" - 68%
3. Напольное размещение –72%

Рассмотрим почему указанные моменты являются негативными в условиях учебного заведения (на примере МБОУ "Лицей №73", г.Пенза):

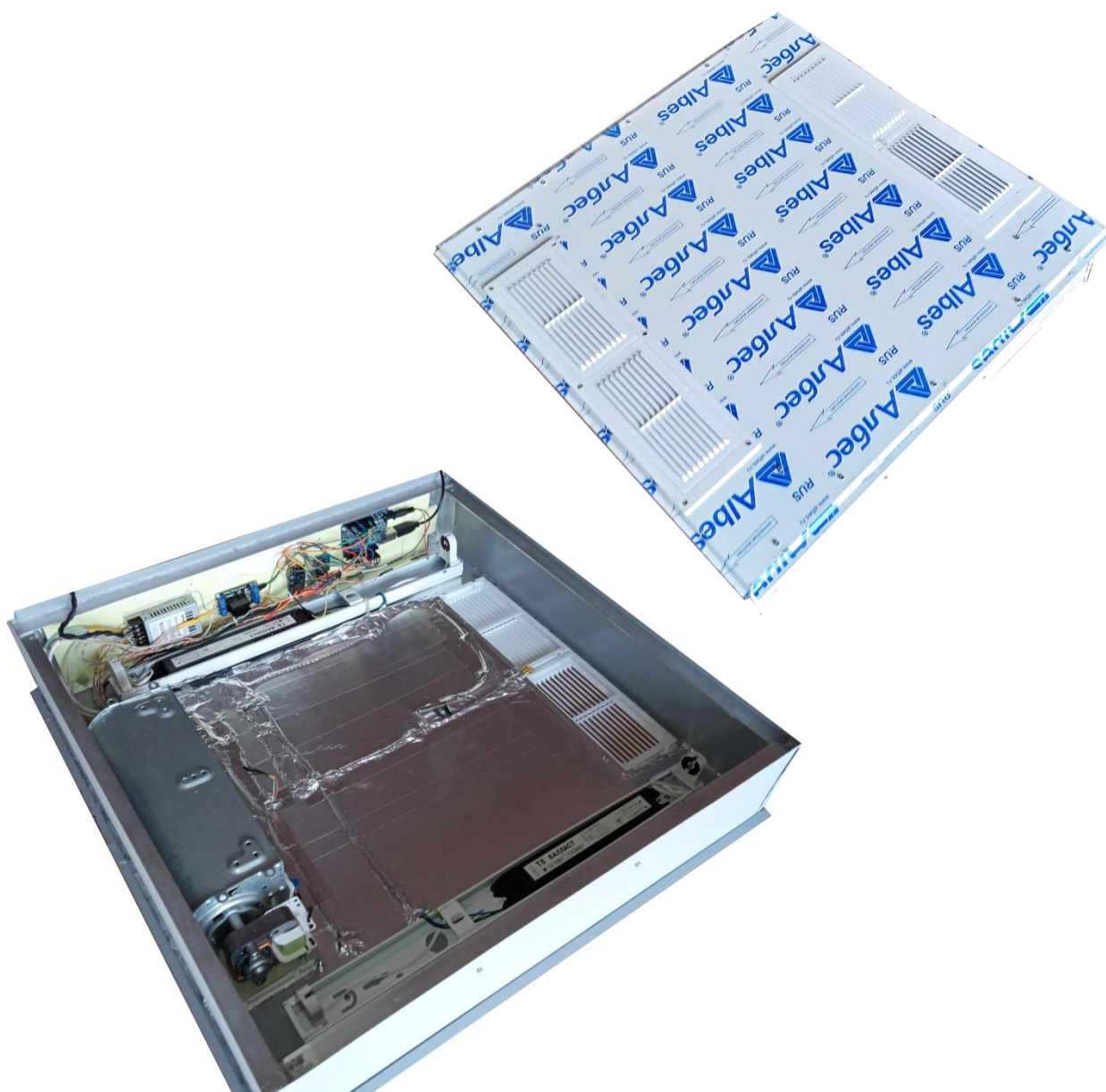
1. Высокая стоимость. В лицее для занятий используется 43 учебных кабинета, в которых необходима установка рециркуляторов, не считая мест общего пользования, таким образом с учетом средней стоимости ~ 12000 рублей, затраты на закупку данного оборудования составят примерно 520 000 рублей.

2. "Включить-выключить". Наличие только данной функции ведет к необоснованному перерасходу электрической энергии, в результате постоянной работы и случаям работы во внеучебное время ("Забыли выключить").

3. Напольное размещение. Такое размещение в учебных классах и других помещениях учебных заведений, таит в себе огромную опасность поражения учащихся электрическим током и возникновения пожара.

Таким образом, мы пришли к идее создания собственной модели интеллектуального бактерицидного очистителя воздуха, который назвали **"Smart Bactericidal Air Cleaner (SBAC) - Умный Бактерицидный Чистильщик Воздуха"**

Созданный прибор является аналогом бактерицидного очистителя воздуха, но при этом не требует больших финансовых затрат (себестоимость устройства составляет менее 5000 руб), что делает его выгодным по сравнению с заводскими приборами, но при этом по своим функциональным возможностям значительно превосходит их.



## **I. Теоретическая часть.**

### **Принцип работы ультрафиолетовых бактерицидных рециркуляторов воздуха**

Инфекции с аэрозольным механизмом передачи определяют 90 % инфекционной заболеваемости в мире. Только от острых респираторных вирусных инфекций заболеваемость и экономические потери больше, чем от остальных инфекционных заболеваний. Обеззараживание воздуха — профилактическое мероприятие, которое помогает предотвратить распространение инфекционных заболеваний с аэрозольным механизмом передачи (туберкулез, корь, дифтерия, ветряная оспа, краснуха, ОРВИ, включая грипп, и т. п.).

Согласно СанПиН 2.1.3.2630-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность» (далее — СанПиН 2.1.3.2630-10) для снижения обсемененности воздуха до безопасного уровня в медицинских организациях применяются технологии воздействия ультрафиолетовым излучением, аэрозолями дезинфицирующих средств, а в ряде случаев и озоном, используются бактериальные фильтры.

Ультрафиолетовое (УФ) бактерицидное облучение воздушной среды помещений — традиционное и наиболее распространенное санитарно-противоэпидемическое (профилактическое) мероприятие, направленное на снижение количества микроорганизмов в воздухе медицинских организаций и профилактику инфекционных заболеваний. УФ-лучи являются частью спектра электромагнитных волн оптического диапазона. Они оказывают повреждающее действие на ДНК микроорганизмов, что приводит к гибели микробной клетки в первом или последующих поколениях. Спектральный состав УФ-излучения, вызывающего бактерицидное действие, лежит в интервале длин волн 205–315 нм. Вирусы и бактерии в вегетативной форме более чувствительны к воздействию УФ-излучения, чем плесневые и дрожжевые грибы, споровые формы бактерий. Эффективность



бактерицидного обеззараживания воздуха помещений с помощью УФ-излучения зависит:

- ✓ от видовой принадлежности микроорганизмов, находящихся в воздухе;
- ✓ спектрального состава УФ-излучения;
- ✓ интенсивности импульса, выдаваемого источником УФ-лучей;
- ✓ экспозиции;
- ✓ объема обрабатываемого помещения;
- ✓ расстояния от источника, угла падения УФ-лучей («не работают» в затененных местах помещения);
- ✓ состояния воздушной среды помещения: температуры, влажности, уровня запыленности, скорости потоков воздуха.

3 способа применения УФ-излучения:

**Прямое** облучение проводится в отсутствие людей (перед началом работы, в перерывах между выполнением определенных манипуляций, приема пациентов) с помощью бактерицидных ламп, закрепленных на стенах или потолке либо на специальных штативах, стоящих на полу;

**Непрямое** облучение (отраженными лучами) осуществляется с использованием облучателей, подвешенных на высоте 1,8–2 м от пола с рефлектором, обращенным вверх таким образом, чтобы поток лучей попадал в верхнюю зону помещения; при этом нижняя зона помещения защищена от прямых лучей рефлектором лампы. Воздух, проходящий через верхнюю зону помещения, фактически подвергается прямому облучению;

**Закрытое** облучение применяется в системах вентиляции и автономных рециркуляционных устройствах, допустимо в присутствии людей. Воздух, проходящий через бактерицидные лампы, находящиеся внутри корпуса рециркулятора, подвергается прямому облучению и попадает вновь в помещение уже обеззараженным.

В качестве источников УФ-излучения используются разрядные лампы. Физическая основа их функционирования — электрический разряд в парах

металлов, при котором в этих лампах генерируется излучение с диапазоном длин волн 205–315 нм (остальная область спектра излучения играет второстепенную роль).

Ртутные лампы низкого давления конструктивно и по электрическим параметрам практически не отличаются от обычных осветительных люминесцентных ламп, за исключением того, что их колба выполнена из специального кварцевого или увиолевого стекла с высоким коэффициентом пропускания УФ-излучения, на ее внутреннюю поверхность не нанесен слой люминофора. Основное достоинство ртутных ламп низкого давления состоит в том, что более 60 % излучения приходится на длину волны 254 нм, обеспечивающую наибольшее бактерицидное действие. Существенным недостатком ртутных ламп является опасность загрязнения парами ртути помещений и окружающей среды в случае разрушения и необходимости проведения демеркуризации. Поэтому после истечения сроков службы лампы подлежат централизованной утилизации в условиях, обеспечивающих экологическую безопасность.

Бактерицидный облучатель — это электротехническое устройство, в состав которого входят: бактерицидная лампа, отражатель и другие вспомогательные элементы, а также приспособления для крепления. Бактерицидные облучатели перераспределяют поток излучения, сгенерированного лампой, в окружающее пространство в заданном направлении.

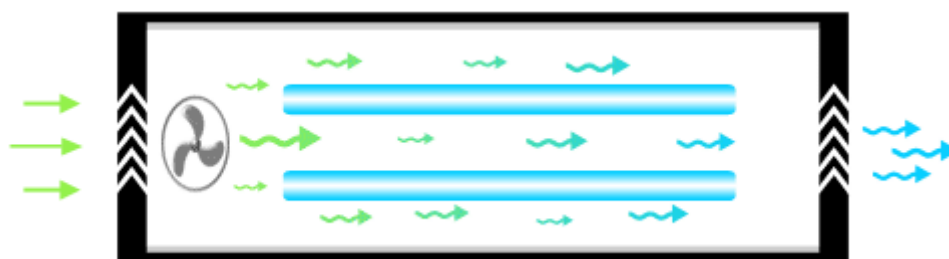
Все бактерицидные облучатели подразделяются на две группы — открытые и закрытые.

В открытых облучателях используется прямой бактерицидный поток от ламп и отражателя (или без него), который охватывает определенное пространство вокруг них. Такие облучатели устанавливаются на потолке, стене или в дверных проемах, возможны мобильные (передвижные) варианты облучателей. Особое место занимают открытые комбинированные

облучатели. В этих облучателях за счет поворотного экрана бактерицидный поток от ламп можно направлять как в верхнюю, так и нижнюю зону пространства. Однако эффективность таких устройств значительно ниже из-за изменения длины волны при отражении. При использовании комбинированных облучателей бактерицидный поток от экранированных ламп должен направляться в верхнюю зону помещения таким образом, чтобы исключить выход прямого потока от лампы или отражателя в нижнюю зону.

У закрытых облучателей (рециркуляторов) бактерицидный поток распределяется в ограниченном замкнутом пространстве и не имеет выхода наружу, при этом обеззараживание воздуха осуществляется в процессе его прокачки через вентиляционные отверстия рециркулятора.

Принцип работы бактерицидного рециркулятора закрытого типа достаточно прост. Внутри корпуса рециркулятора установлены вентиляторы и безозоновые бактерицидные лампы. Вентиляторы нагнетают поток воздуха, который поступает внутрь рециркулятора через вентиляционные отверстия. Далее воздух, облучаясь бактерицидными лампами, обеззараживается и выбрасывается наружу через аналогичные вентиляционные отверстия.



Облучатели закрытого типа (рециркуляторы) должны размещаться в помещении на стенах по ходу основных потоков воздуха (в частности, вблизи отопительных приборов) на высоте не менее 2 м от пола.

Рециркуляторы на передвижной опоре размещают в центре помещения или также по периметру. Скорость воздушного потока обеспечивается либо

естественной конвекцией, либо принудительно с помощью вентилятора. При использовании бактерицидных ламп в приточно-вытяжной вентиляции их размещают в выходной камере. В помещении предпочтительней установка облучателей вблизи вентиляционных каналов (не под вытяжкой) и окон. Сравнительная характеристика различных технических средств обеззараживания воздуха представлена в таблице.

## **Категории безопасности**

Министерство здравоохранения разработало перечень помещений, которые необходимо обязательно оборудовать установками для обеззараживания с определенным уровнем эффективности воздействия на воздушные массы:

90,0% — это комнаты для активных детских игр, различные помещения общеобразовательных заведений, где проводятся занятия, раздевалки промышленных зон и зданий общественного пользования, где в течение длительного времени находится большое скопление людей.

95,0% — больничные палаты, кабинеты врачебного осмотра и для проведения оздоровительных мероприятий, коридоры реанимационных блоков.

99,0% — специализированные комнаты в больницах и поликлиниках, больничные палаты, где находятся пациенты, имеющие проблемы с иммунной системой; реанимационные отделения, а также различные лаборатории по обработке анализов, помещения, где проводится переливание крови, цеха фармацевтического производства стерильных лекарств.

99,9% — блоки для проведения операций, родильные отделения, стерильные зоны, детские палаты и отсеки для недоношенных детей родильного отделения.

Все приборы позволяют достигнуть необходимых параметров стерильности за довольно короткие сроки после их установки. Применение

таких изделий разрешено в местах общественного пользования: парикмахерские, общественные пункты стирки, косметические и массажные салоны, дошкольные учреждения, кроме этого, применяют их в образовательных учреждениях разного назначения для обеззараживания и предупреждения заболеваний.

## **Плюсы и минусы работы рециркуляторов**

Применение бактерицидных рециркуляторов гарантирует уничтожение болезнетворных микроорганизмов с эффективностью до 99,9%.

Преимущества применения:

1. В окружающей нас среде количество различных возбудителей инфекции резко сокращается.
2. Исчезает риск заболеваний во время сезонных эпидемий гриппа.
3. Поддерживается допустимый уровень микроорганизмов в комнате.
4. Сокращается содержание бактерий и различных вирусов ниже черты риска заболевания.
5. При появлении в семье одного заболевшего, все проживающие не будут инфицированы, т. к. все вирусы, выдыхаемые болеющим человеком, уничтожаются моментально.
6. Защита всех жильцов квартиры от внезапной эпидемии или биологической диверсии.

Негативные воздействия на окружающих:

- изделия не предназначены для удаления из воздушной среды частиц пыли;
- аппарат не гарантирует ликвидацию токсичных химических соединений, случайно попавших в воздух помещения;
- для домашних нужд лучше использовать стационарного размещения приборы, т. к. мощные мобильные варианты иногда укомплектованы

ртутными лампами, а они не рекомендуются для использования в тех местах, где постоянно находятся дети.

Главное преимущество рециркуляторов в том, что они не оказывают негативного воздействия на человека, животных и растения, а также интерьер, современные материалы декоративной отделки и электронное бытовое или медицинское оборудование.

## **Требования, предъявляемые к рециркуляторам воздуха, устанавливаемым в учебных учреждениях**

На основе большого числа нормативно-правовых документов, мы постарались систематизировать требования, предъявляемые к рециркуляторам воздуха, их размещению и эксплуатации.

Оборудование должно работать в присутствии учащихся, не нанося им вреда, а также не причиняя дискомфорта

1. Рециркуляторы воздуха, устанавливаемые в учебных учреждениях, должны относиться к закрытому типу, иметь прочный пластиковый или металлический корпус.
2. Должны крепиться на стену или потолок, или в крайних случаях допускается напольная установка в местах отсутствия прохода учащихся.
3. Должны иметь низкий уровень шума. Именно благодаря нему рециркуляторы могут устанавливаться в помещении, где проводятся учебные занятия.
4. Должны иметь продолжительный срок службы. Срок службы УФ ламп от 8000 до 9000 часов в зависимости от модели.
5. У них должна быть высокая эффективность. Во время функционирования оборудования уничтожается до 99,9% вирусов, бактерий и микроорганизмов.
6. Должна быть возможность стационарного и мобильного использования устройства. Для удобства перемещения прибор устанавливается на специальную стойку.
7. Должны уничтожать практически всех видов вирусов. Благодаря этому оборудование идеально подходит для снижения риска заражения гриппом, ОРВИ и иными заболеваниями подобного типа. Более того,

обеспечивается уничтожение грибов, спор, бактерий, а также возбудителей внутрибольничных инфекций, пневмонии и туберкулеза.

8. Должны иметь в наличии таймер наработки ламп. Благодаря ему появляется возможность наглядно видеть, когда стоит произвести замену УФ ламп.

Исходя из вышеприведенных требований мы и разработали наше устройство "**Smart Bactericidal Air Cleaner (SBAC)**"

### **Обоснование и расчет режимов работы устройства "Smart Bactericidal Air Cleaner (SBAC)"**

На основании всего вышеизложенного основными ключевыми факторами для расчета работы устройства являются:

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

Исходя из этого конструкция нашего устройства, разработана таким образом, что обеспечивает:

1. Установку в стандартные потолочные системы кассетного или подвесного типа.
2. Возможность подвеса на обычные потолки и стены.
3. Использование вентилятора тангенциального типа, для обеспечения малого уровня шума и достаточного потока воздуха, через камеру бактерицидной обработки.
4. Системы контроля и сигнализации ресурса и интенсивности излучения УФ-ламп.
5. Системы контроля и сигнализации вращения электродвигателя вентилятора.



6. Программируемого таймера включения-отключения устройства, в зависимости от условий и места эксплуатации.

Эффективность работы любого рециркулятора складывается из двух основных величин:

1. Производительность обмена воздуха (м<sup>3</sup>/ч)
2. Бактерицидная производительность (Прбк, м<sup>3</sup>/ч).

*Расчет времени полного обмена воздуха в помещении, устройством.*

Объем воздуха, проходящий через камеру обработки, напрямую зависит от производительности применяемого вентилятора.

Производительность тангенциального вентилятора в нашем устройстве 250 м<sup>3</sup>/ч.

Таким образом, применяя наше устройство в фойе лица, мы получаем следующее время полной рециркуляции:

Кол-во рециркуляторов	Объем фойе лица	Производительность тангенциального вентилятора в устройстве	Кол-во времени для полной очистки воздуха в фойе
1	586 м <sup>3</sup>	250 м <sup>3</sup> /ч	Объем помещения/ Производительность вентилятора $586/250 = 2,3 \text{ часа} = 138 \text{ мин}$
2			$586/250 * 2 = 1,8 \text{ часа} = 70 \text{ мин}$
3			$586/250 * 3 = 0,8 \text{ часа} = 47 \text{ мин}$
4			$586/250 * 4 = 0,8 \text{ часа} = 35 \text{ мин}$

Также, одним из фактором, влияющим на время работы устройства в фойе лица является полная прокачка воздуха через него в течение урока, чтобы к началу следующей перемены воздух в фойе был полностью рециркулирован.

Таким образом, из приведенных расчетов следует, что в фойе лица должно быть установлено 4 рециркулятора нашей разработки.

### Расчет величины бактерицидной производительности устройства

Один из важнейших параметров бактерицидного облучателя – его бактерицидная производительность ( $Пр_{бк}$ ,  $м^3/ч$ ), под которой понимается количественная результативность использования облучателя как средства снижения микробной обсеменённости в воздухе, прокачиваемом через него. Другой важнейший параметр этого облучателя – бактерицидная эффективность ( $Ж_{бк}$ ).

#### Характеристики СВАС:

Наименования параметров и характеристик	Обозначение	Значение параметров
Число ламп	$N_{л}$	2
Длина лампы с цоолями	$l$ , м	0,3
Мощность лампы	$P_{л}$ , Вт	15
Бактерицидный поток лампы	$F_{л}$ , Вт	5
Коэффициент использования бактерицидного потока лампы	$K_{ф}$	0,4
Коэффициент многократных отражений бактерицидного потока от стенок камеры	$K_{о}$	2,5
Коэффициент, учитывающий спад бактерицидного к концу срока службы лампы	$K_{с}$	0,8
Константа фоточувствительности санитарно показательного микроорганизма ( <i>S.aureus</i> ) для бактерицидного излучения	$G_{у}$ , $м^3/Дж$	0,0179
Табличное значение объёмной экспозиции для <i>S. aureus</i> $J_{бк}$ – 99,9%	$H_{т}$ , $Дж/м^3$	385
Бактерицидная эффективность	$J_{бак}$ , %	98
Длина камеры	$L$ , м	0,38
Площадь живого сечения камеры	$S$ , $м^2$	0,151875
Площадь выходного канала вентилятора	$S$ , $м^2$	0,01
Площадь выходного отверстия устройства	$S$ , $м^2$	0,02975
Бактерицидная производительность	$Пр_{бк}$ , $м^3/ч$	132,38

1. Расчетная бактерицидная производительность рециркулятора составила

$$Пр_{бк} = 132,38 м^3/ч$$

2. Бактерицидная эффективность обеззараживания воздушного потока в камере составила 98%

Результаты вычислений указывают, что имеется несколько заниженное значение, данной величины. Окончательные выводы сделаем после расчета производительности вентилятора.

В результате полученных значений мы видим, что одна из основных величин влияющая на эффективность работы бактерицидного рециркулятораниже 99,9%, но при этом имеются следующие конструктивные особенности нашего устройства, которые не были учтены при расчетах:

1. Конструкция камеры обработки, которая представляет прямоугольный канал с тремя сечениями:



Таким образом, “живое сечение” камеры уменьшится, что соответственно приведет к уменьшению скорости потока, что соответственно повысит величину бактерицидной эффективности обеззараживания воздушного потока.

2. Внутренние поверхности камеры обклеены алюминиевой фольгой, и имеют больший коэффициент отражения УФ-излучения, чем тот который был использован при расчетах.
3. Производительность использованного в устройстве вентилятора ниже, чем рассчитанная, что также повлияет на эффективность обеззараживания в положительную сторону.

Также следует отметить, что согласно нормативных документов Министерства здравоохранения для помещений учебных заведений уровень эффективности воздействия на воздушные массы должен составлять -90%.

Анализируя полученные данные, мы предлагаем примерный режим работы данного устройства, согласно сетке уроков и секций лица:

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		2) 8.55 - 9.35
Среда	3. 11:45 – 12:20	Приход детей (ко 2 уроку)	3) 9.50 - 10.30
Четверг	4. 13:35 – 14:10	Уход детей домой (нач. школа)	4) 10.45 - 11.25
Пятница	5. 15:25 – 16:00		5) 11.40 - 12.20

	6. 18:25 – 19:00	Уход детей домой (ср. и ст. школа) Приход детей в секции Уход детей из секций	6) 12.35 - 13.15 7) 13.25 - 14.05
7. Суббота	1. 7:10 – 7:45 2. 10:50 – 11:25 3. 11:45 – 12:10 4. 13:35 – 14:10 5. 15:00 – 15:35	Приход основной массы детей Уход основной массы детей Приход детей в ШШР Уход детей из ШШР Рециркуляция после ухода всех детей из школы	1) 8.00 - 8.40 2) 8.55 - 9.35 3) 9.50 - 10.30 4) 10.45 - 11.25 5) 11.40 - 12.20
Воскресение	Выходной	-	-

## II. Практическая часть

### Назначение

**Smart Bactericidal Air Cleaner (SBAC)** предотвращает распространение различного рода инфекций распространяющихся воздушным путем, таких как грипп, ОРЗ, дифтерия, туберкулез, COVID-19 и многих других путем дезинфекции воздуха в помещении.

**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.

8. Дистанционное управление при помощи ИК-пульта или Android-устройства.

Данное устройство в первую очередь было разработано для обеспечения безопасности жизнедеятельности в учебных заведениях различного рода.

## Состав устройства

### Электронные

#### компоненты:

1. Плата Arduino UNO.
2. Модуль Bluetooth HC-05.
3. Твердотельное реле G3MB 202P.
4. Датчик ультрафиолетового излучения CJMCU-GUVA-S12SD.
5. Датчик Холла.
6. Часы реального времени DS-1307.
7. Датчик температуры ds18b20.
8. Датчик пламени.
9. Блок питания ~220В – 12В.
10. Модуль MICRO SD .
11. Сменные УФ лампы 9 Вт.
12. Светодиод RGB.

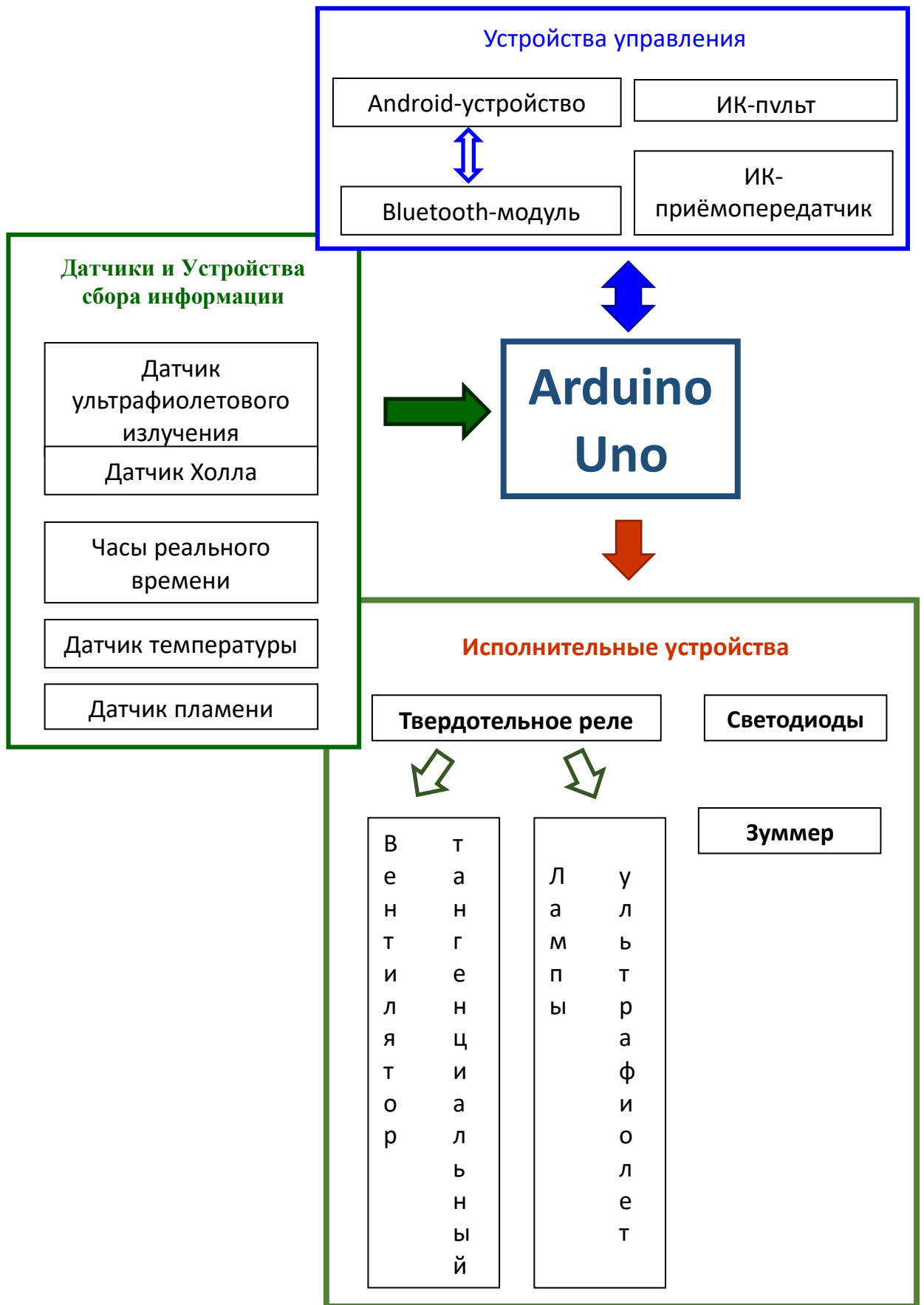


### Конструктивные элементы:

1. Металлический корпус устройства (использованы элементы кассетного подвесного потолка).
2. Установочные и монтажные элементы для УФ-ламп.
3. Вентилятор тангенциальный YGF60.
4. Отсек с электронными компонентами, встроенный в устройство и изолированный от УФ-излучения.

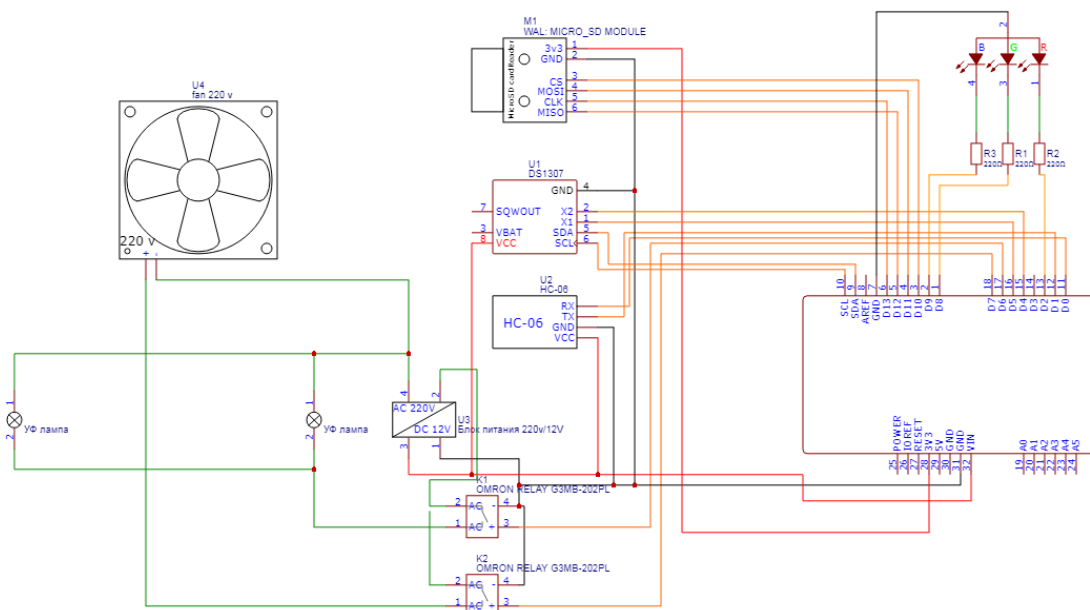


# Функциональная схема





## Электрическая схема



## Режимы работы

1. Непрерывный режим работы.
2. Автоматический режим работы по расписанию.
3. Автоматический контроль интенсивности ультрафиолетового излучения и сигнализация снижения эффективности работы УФ-ламп.
4. Автоматический контроль вращения тангенциального вентилятора.

### *Непрерывный режим и автоматический режим работы по расписанию*

В автоматическом режиме работы пользователь задает расписание включения устройства в зависимости от:

1. Расписания уроков и перемен.
2. Объема помещения, в котором установлено устройство.

Таким образом, обеспечивается оптимальное время обработки воздуха в помещении в зависимости от его объема, производительности тангенциального вентилятора и мощности УФ-ламп. Кроме того, также значительно уменьшается расход электрической энергии вследствие сокращения времени работы устройства (например, во время уроков или в ночное время).

Расписание работы изделия задается с помощью самостоятельно разработанного программного обеспечения для любого Android-устройства. Режим работы также выбирается в программном обеспечении.

Управление в непрерывном режиме работы (включение-выключение) может производиться с помощью ИК-пульта.

***Автоматический контроль интенсивности ультрафиолетового излучения и сигнализация снижения эффективности работы УФ-ламп***

Для автоматического контроля интенсивности УФ-излучения используется датчик ультрафиолетового излучения GUVA-S12SD. Данный датчик с типичной длиной волны УФ-детектирования 200-370 нм выводит калиброванное аналоговое напряжение, которое зависит от интенсивности ультрафиолетового излучения. На сегодняшний день пока реализован дискретный алгоритм контроля - ЕСТЬ УФ-излучение или его НЕТ.

В случае отсутствия УФ-излучения изделие выдает сигнал предупреждения: светодиод RGB загорается красным цветом, звучит прерывистый звуковой сигнал и на экране сопряженного Android-устройство высвечивается окно аварии.

В дальнейшем планируется усовершенствовать данный режим, путем первоначальной калибровки интенсивности свечения ламп, в процессе работы отслеживать уменьшение интенсивности до определенного порога, и в случае уменьшения ниже установленного предела подавать сигнал аварии.

Для контроля ресурса УФ-ламп используется модуль часов реального времени DS-1307. В программном обеспечении реализован таймер подсчета времени работы УФ-ламп, который обеспечивает подсчет их времени работы, с момента первоначальной установки, с учетом всех перерывов в работе (отключение по расписанию, отключение электроэнергии и т.д.).

При замене ламп данный таймер необходимо обнулить в программном обеспечении Android-устройства.

В устройстве встроен индикатор ресурса УФ-ламп, в качестве индикатора используются светодиод RGB.

В системе индикации предусмотрены следующие варианты отображения ресурса работы:

1. **Зелёный.** Лампы работают исправно, их ресурс в норме. Данный цвет показывает, что лампы работали от 0 до 200 часов.

2. **Зелёно-Жёлтый.** Лампы отработали от 200 до 400 часов.

3. **Жёлтый.** Лампы отработали от 400 до 600 часов, данный цвет является признаком того, что скоро должна быть произведена замена лампы.

4. **Жёлто-Красный.** Лампы отработали уже от 600 до 800 часов, то есть большую часть своего ресурса. При комбинации данных цветов лампы нужно заменить.

5 **Красный.** Работа устройства считается неэффективной, т.к. лампы отработали от 800 до 1000 часов, то есть отработали свой ресурс

#### ***Автоматический контроль вращения***

##### ***тангенциального вентилятора***

Для контроля над исправностью вентилятора используется датчик Холла и закрепленный на шкиве вентилятора магнит. При вращении электродвигателя вентилятора датчик Холла определяет периодическое изменение магнитного поля, если таких изменений не происходит, то микроконтроллер выдает сигнал аварии на светодиод RGB (медленно пульсирующее красное свечение), зуммер и Android-устройство.

#### ***Автоматический контроль температуры и отсутствия***

### ***очагов возгорания***

Для предупреждения пользователя о неисправностях в системе, в виде возгораний используется датчик пламени KY-026, закреплённый на верхней крышке устройства, и датчик температуры DS18B20, установленный под вентилятором. При обнаружении повышения температуры или возгорания, УФ-лампы и вентилятор отключаются, подаётся сигнал чрезвычайной ситуации пользователю на Android-устройство, а также светодиод RGB начинает быстро пульсировать красным цветом и зуммер начинает пищать.

### **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.

**Smart Bactericidal Air Cleaner (SBAC)** – это техника нового поколения, предназначенная для очистки воздушных масс в различных помещениях и местах.

В нём реализована современная интеллектуальная система очистки воздуха с помощью УФ-ламп, созданная на базе Arduino.

Аппарат может очистить и нейтрализовать более 90% вредных веществ, бактерий и вирусов. Производительность его 250 м<sup>3</sup> /ч, а средняя цена держится на отметке 5-7 тысяч рублей. При своей эффективности прибор очень прост в использовании.

Его характеристики допускают использование в помещении с массовым скопления народа, без отрицательного влияния на здоровье и самочувствие людей.

Испытание прибора прошли успешно, прибор отлично справляется с заданными функциями и по своим характеристикам не уступает заводским моделям.

Его можно использовать в любых помещениях для обеззараживания воздуха. Это устройство стало альтернативной заменой дорогостоящим рециркуляторам воздуха, уже предложенным многим школам нашего города.

Нашими устройствами мы планируем оснастить фойе нашего лицея, где постоянно скапливается большое количество людей.

Отсутствие прямых ультрафиолетовых лучей, делает рециркулятор безопасными для использования в присутствии людей. Программное и аппаратное обеспечение подробно изложено в инструкции по эксплуатации.

Мы также предполагаем, провести ряд работ по усовершенствованию нашего устройства для возможности применения его в следующих областях:

3. Общественный транспорт и такси.
4. Лифты.
5. Общие коридоры жилых зданий.

## Список литературы

### Нормативные документы:

1. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 23.07.2008 N 45 «Об утверждении СанПиН 2.4.5.2409-08» (вместе с «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. Разработка ультрафиолетовых бактерицидных ламп и облучателей должна проводиться в соответствии с ГОСТ Р 15.013-94 "Система разработки продукции. Медицинские изделия", ГОСТ Р 50444-92 "Приборы, аппараты и оборудование медицинские. Общие технические условия", ГОСТ Р 50267.0-92 "Изделия медицинские электрические. Общие требования безопасности", 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. М.Г. Ковтунович «Домашний эксперимент по физике 7-11 классы». Москва. Владос. 2017г.
5. Майоров А.Н. Физика для любознательных, или о чём не узнаешь уроке. Ярославль. Академия развития, 2010.
6. Перельман Я.И. Занимательная физика. М.: Наука, 1976.
7. 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>

## РЕЦЕНЗИЯ

на учебно-исследовательский проект учащихся  
Лицея информационных систем и технологий №73

### **«Smart Bactericidal Air Cleaner (SBAC) - Умный Бактерицидный Чистильщик Воздуха»**

Данный учебно-исследовательский проект учащихся является одним из ярких примеров разработки инженерной задачи. Не секрет, что на сегодняшний день одной из актуальных проблем современности является проблема воспитания инженерных кадров. Созданное устройство, несмотря на то, что оно создано учащимися 10 и 11 классов, включает в себя ряд интересных идей и предложений, заслуживающих рассмотрения специалистами индустрии санитарно-медицинской техники, для дальнейшего внедрения в практическую деятельность.

Так же следует отметить низкую себестоимость данного устройства по сравнению с аналогичными приборами серийного производства.

Данная работа также демонстрирует комплексный подход к решению поставленных задач, изучение материалов из различных разделов физики, биологии и технологии.

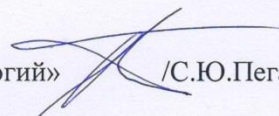
Процесс создания устройства, разработки и испытания учащимися показал их заинтересованность в решении совокупности задач в сфере создании автоматизированных устройств и их программирования, изучении материалов не входящих в состав школьной программы.

Вместе с тем следует отметить, что работа в данном направлении может и должна быть продолжена с учетом расширения возможностей данного прибора и совершенствованию алгоритмов работы.

Я, считаю, что проведенная работа заслуживает высокой оценки с точки зрения профессиональной ориентации, инженерной подготовки учащихся и освоения ими новых инновационных технологий.

Учитель технологии

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

 /С.Ю.Пеганов/