

Пояснительная записка к проекту  
для участия в свободной творческой категории  
фестиваля «РобоФинист» 2022

## Мобильный Очиститель Воздуха

Команда: **Robots Science**

Участники команды:

**Садчиков Артём**

**Скорынин Иван**

Руководитель команды:

**Савинков Дмитрий**

**Владимирович**

Челябинск 2022

# Оглавление

Оглавление .....	1
Идея проекта. ....	2
Описание роботизированного решения. ....	4
Возможное применение.....	15
Приложение 1. Программа для генерации импульса для датчика пыли. ....	17
Приложение 2. Программа автономной работы МОВ.....	18
Приложение 3. Отзыв на представленный проект от компании AirMaster.	19

## Идея проекта.



Мы – Садчиков Артем и Скорынин Иван – команда Robots Science из Челябинска, представляем клуб робототехники «RoboSportClub». Нам нравится конструирование из LEGO и программирование.

Городские жители большую часть жизни проводят в зданиях, а значит, есть необходимость бороться с загрязненностью воздуха в помещении. Вместе с мельчайшими частицами, из которых и состоит пыль, мы вдыхаем микробы, бактерии, споры грибов, которые могут стать причиной респираторных и аллергических заболеваний.

Во время уборки с использованием пылесоса концентрация пыли в воздухе повышается. Влажная уборка помогает собрать пыль, которая уже осела на пол. Для этого используют моющие пылесосы, роботов-пылесосов,

ручную влажную уборку. Но как быть с той пылью, что еще не осела на пол, а витает в воздухе и с воздушными потоками перемещается с одного места на другое? В солнечный день можно заметить мельчайшие частички пыли, которые летают по квартире, как легкие пушинки. Исправить это может решение, которое придумали мы! А именно – мобильный очиститель воздуха (МОВ).

Для очистки воздуха в проекте используется система из нескольких фильтров: фильтра грубой очистки от пыли, пуха и других легких частиц и ультрафиолетовый фильтр, который обладает бактерицидным действием и обеззараживает воздух.

Сейчас достаточно популярны УФ обеззараживатели воздуха, но их недостатком является то, что они очищают воздух лишь рядом с собой, при этом являются тяжелыми и громоздкими для частого переноса с места на место. Поэтому с самого начала работы над проектом, мы решили, что робот должен быть мобильным. Это позволяет использовать одного робота для обработки нескольких помещений. Также это позволяет очистить воздух и в труднодоступных местах, где воздух застаивается. В отличие от стационарных устройств, которые устанавливаются на пол или вешаются на стену, МОВ не зависит от внешней вентиляции и потоков воздуха и самостоятельно перемещается по полу.

Для участия в олимпиаде мы решили сделать робота, который бы помог нам в самом главном – поддержании здоровья. Наш робот – мобильный очиститель воздуха – способен улучшить качество воздуха в помещении, сделать его более безопасным.

## Описание роботизированного решения.

Когда мы думали над решением для поставленной задачи, мы решили посмотреть, как сейчас обеззараживают палаты в больницах и воздух в домах. Для этого используют ультрафиолетовое излучение. Мы тоже решили попробовать использование ультрафиолета и улучшить существующие решения.

Сейчас не только в больницах, но и во многих организациях и даже некоторых домах, можно найти УФ обеззараживатели воздуха. Они бывают разные – напольные или настенные – но у всех из них есть существенный недостаток. Эти приборы хорошо очищают воздух рядом с собой, но плохо справляются с труднодоступными местами. Для хорошего результата нужно располагать несколько таких приборов и учитывать движение воздуха, что оказывается невыгодным. Поэтому мы решили сделать нашего робота мобильным и недорогим.

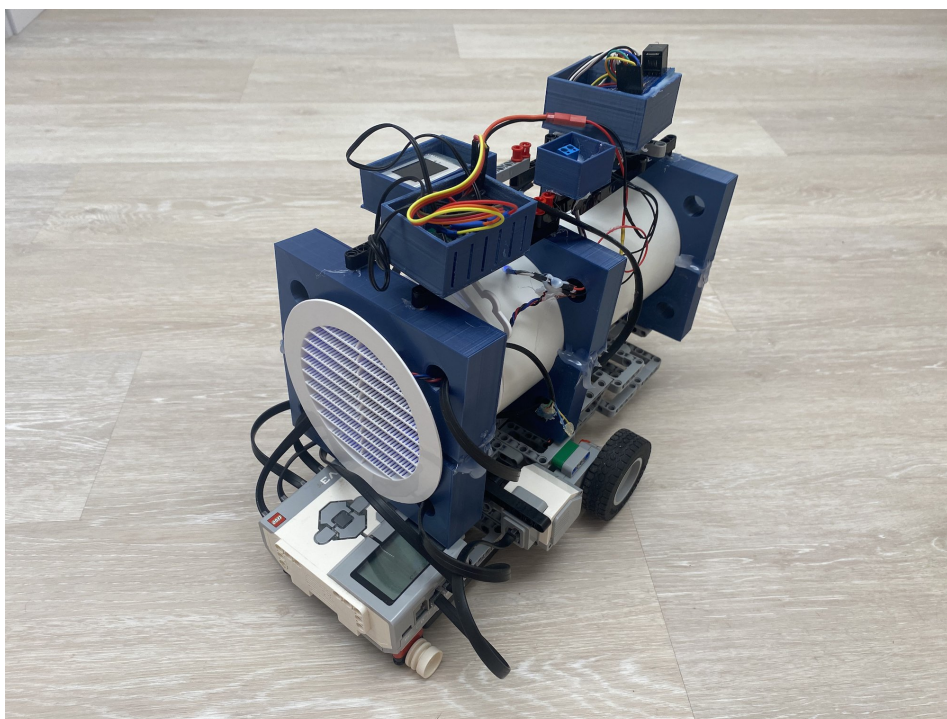


Рисунок 1. Общий вид мобильного очистителя воздуха.

Основой мобильного очистителя воздуха стала вентиляционная труба. Она доступная, удобная для работы и для нее можно легко найти дополнительные детали: соединители, решетки, переходники. Чтобы прогонять воздух через трубу, мы взяли вентилятор от старого кулера для компьютера. Он отлично подошел по размеру. Также в выборе вентилятора сыграло роль и питание. Мы хотели сделать так, чтобы вентилятор и светодиоды питались от одного небольшого аккумулятора, расположенного на корпусе робота. У нас был аккумулятор на 7.8V. Этого напряжения как раз хватило для питания вентилятора. К этому же аккумулятору были подключены и светодиоды.

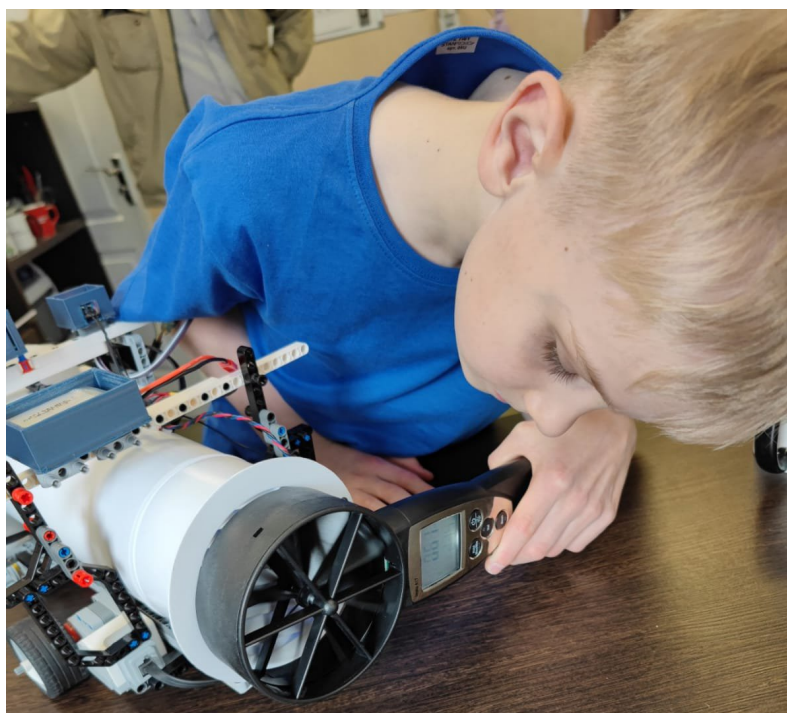


Рисунок 2. Замер скорости потока воздуха.

Когда робот был готов, мы задались вопросом: как быстро МОВ очистит весь воздух в одной комнате? Чтобы узнать это, нужно было измерить скорость потока воздуха, проходящего через трубу. Мы обратились за помощью в компанию AirMaster – они занимаются вентиляцией. У них был специальный прибор, анемометр, которым мы и замерили скорость движения воздуха. Она оказалась равна 0,6 км/ч. По скорости вычислили

объем воздуха, проходящий за час. Получилось 18,85 куб.м в час. То есть весь воздух в комнате 15 кв. м МОВ обработает примерно за 2 часа. Нам порекомендовали поставить более мощный вентилятор, что мы планируем сделать в будущем.

Для очистки воздуха используется система из нескольких фильтров. Первый – фильтр грубой очистки, изготовленный из нетканого материала. Он нужен для фильтрации пыли, пуха и других легких частиц. Фильтр недорогой и может быть легко заменен в случае загрязнения. Для этого нужно снять решетку и убрать фиксатор из деталей LEGO. После замены фильтра все детали устанавливаются в обратном порядке.

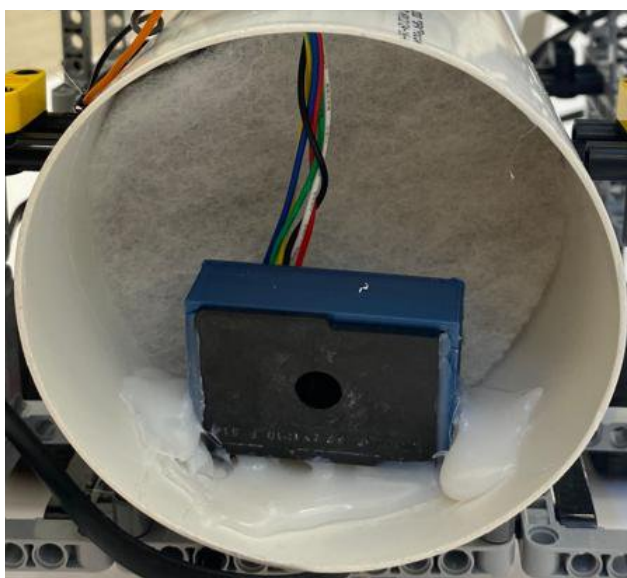


Рисунок 3. Фильтр грубой очистки и датчик пыли.

Второй фильтр – ультрафиолетовый. Он обладает бактерицидным действием, обеззараживает воздух. Вместе с пользой, УФ излучение может нанести и вред: ухудшение зрения, быстрое старение кожи. Закрытый корпус и специальные наклонные решетки позволяют избежать вредного влияние УФ излучения. Во время работы МОВ безопасно находиться в помещении. Несмотря на все меры предосторожности, для участия в олимпиаде мы

решили заменить ультрафиолетовые светодиоды на безопасные, которые не обладают обеззараживающим действием.

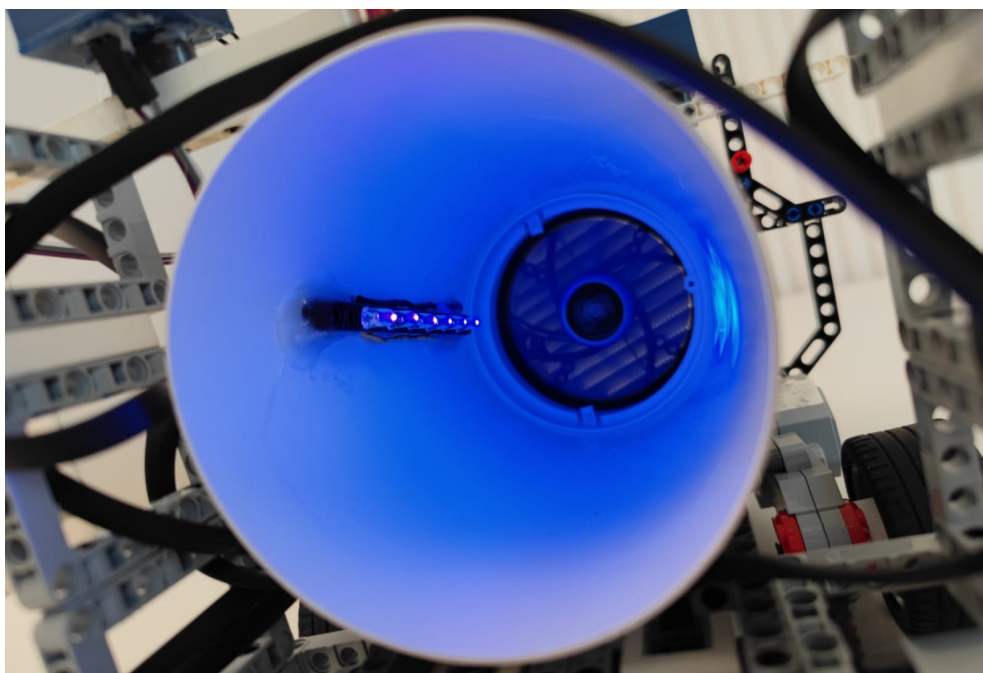


Рисунок 4. Ультрафиолетовые светодиоды.

Для включения и выключения вентилятора и УФ светодиодов мы разработали схему, использующую силовой ключ Амперка. Принцип его работы следующий. С одной стороны модуля есть три контакта - питание, земля и сигнал. Они подключаются к порту управления моторов LEGO Mindstorms EV3. Два других контакта мы подключаем в цепь питания вентилятора и УФ светодиодов, размыкая землю. Подавая сигнал с EV3, мы замыкаем цепь, включая вентилятор и УФ светодиоды. Если сигнал не подается, вентилятор и светодиоды не работают.



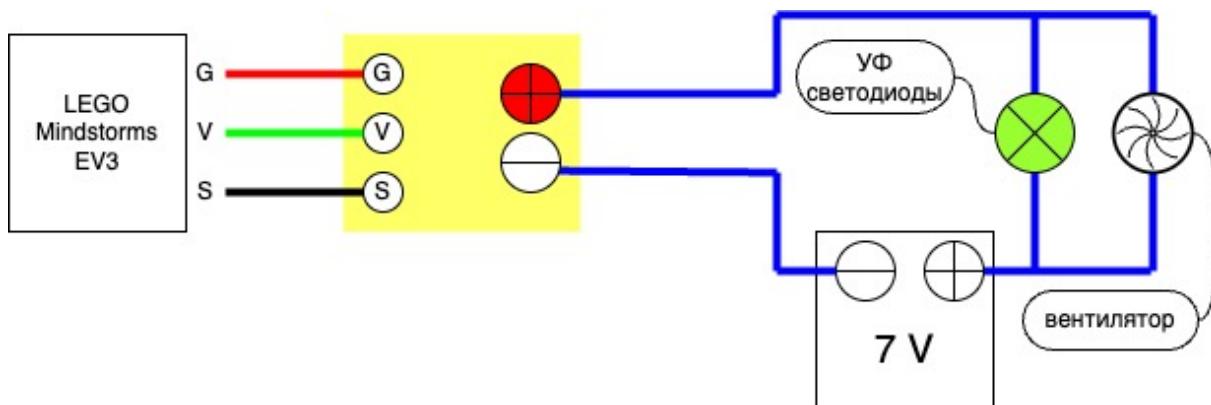


Рисунок 5. Схема подключения УФ светодиодов и вентилятора.

Кроме системы очистки воздуха, на работе установлен датчик температуры. Он аналоговый и подключен к одному из портов датчиков EV3. При изменении температуры меняется сопротивление на датчике и показания, которые можно получить в программе. Мы провели измерения температуры горячей воды и занесли эти измерения в таблицу.

Температура воды	Показания датчика
98°C	700
60°C	1344
55°C	1436
52°C	1588
50°C	1676
49°C	1712
47°C	1784
46°C	1828
45°C	1912
44°C	1952
43°C	1996
42°C	2032
41°C	2064
40°C	2088
39°C	2116
28°C	2604
27°C	2636
25°C	2700

Таблица 1. Показания датчика температуры.

По этой таблице в программе Excel был составлен график зависимости температуры от показаний датчика. В этой же программе была построена линия тренда и подобрана функция для зависимости. После этого мы нашли в интернете другие графики для той же зависимости – оказалось, они похожи.

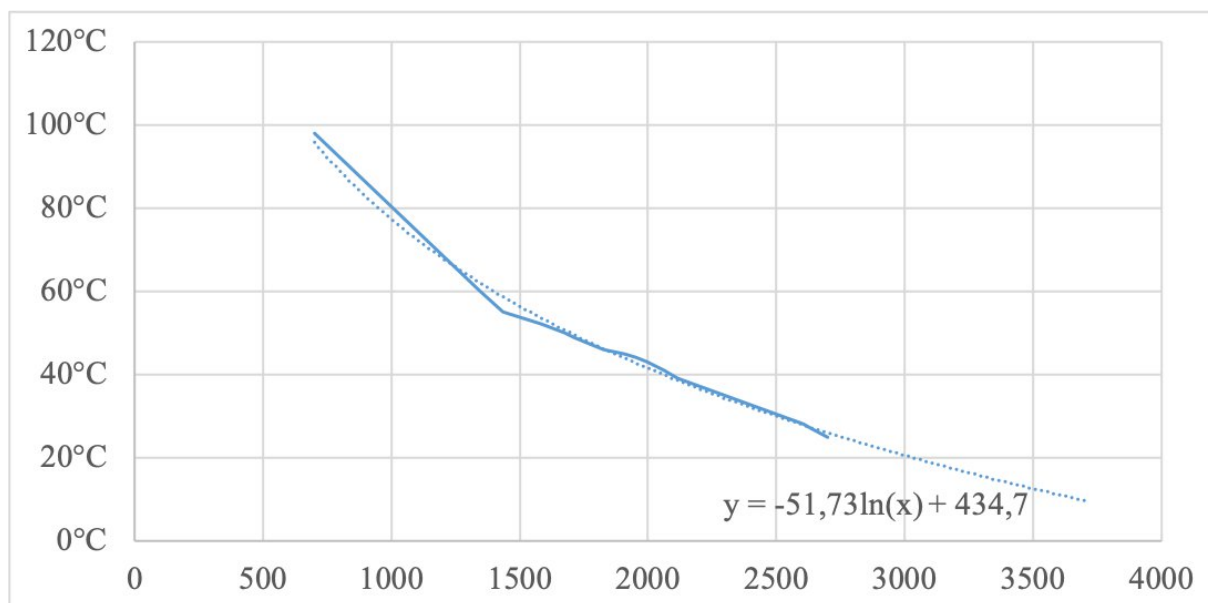


Рисунок 6. График зависимости температуры от показаний датчика.

Продолжив линию тренда, можно увидеть, какая температура будет для других показаний датчика (тех, которые мы сами не измеряли). Формулу, вычисленную в Excel, мы использовали в программе для автономной работы робота и в приложении под Android для ручного управления.

Кроме датчика температуры мы решили подключить датчик пыли. Он используется для определения загрязненности воздуха. Если пыли в воздухе много, робот будет дольше очищать его. Подключить датчик пыли напрямую к EV3 не получилось, так как на датчик нужно подавать импульс определенной длины, а EV3-G не позволяет сделать это. Поэтому вместе с тренером мы решили подключить датчик пыли с помощью платы Arduino.

Принцип работы датчика пыли следующий. На инфракрасный светодиод излучает свет в ИК диапазоне, а ИК приемник принимает

отраженный от мельчайших взвешенных частиц этот свет. Согласно документации к датчику пыли, необходимо подавать на ИК светодиод импульс 320 мкс с шагом 10 мс. Для этого и используется Arduino. Программа была написана с помощью среды разработки mBlock. Она позволяет строить программы для Arduino с помощью блоков. С текстовыми командами для задержки нам помог тренер. В приложении 1 представлена программа для управления Arduino.

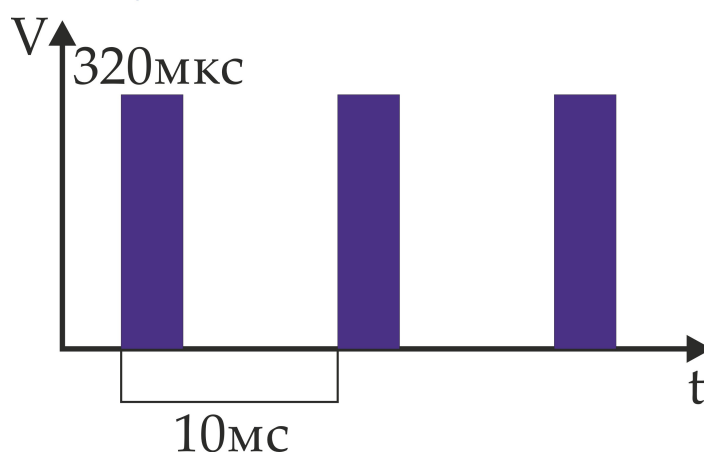


Рисунок 7. Импульс, подающийся на ИК светодиод датчика пыли.

Чтобы уменьшить число висящих проводов и обезопасить робота, мы «спрятали» аккумулятор, Arduino, датчик температуры и силовой ключ в вентилируемые корпуса, разработанные нами в программе Tinkercad и напечатанные на 3Д-принтере.

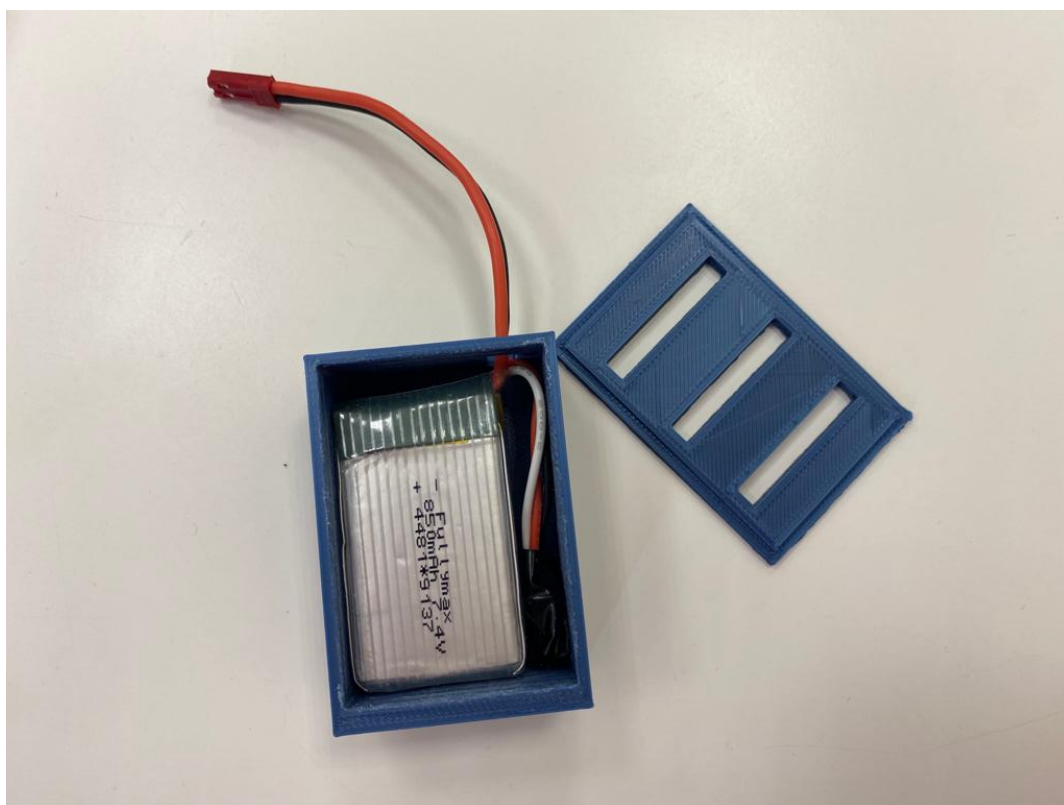


Рисунок 8. Корпус для аккумулятора, напечатанный на 3Д-принтере.

Робот в автономном режиме может двигаться по черной линии. Для этого используются два стандартных датчика цвета EV3. При движении в автономном режиме ведется постоянная очистка воздуха. Также идет контроль температуры воздуха. Если температура окажется выше установленного значения, робот предупредит об этом громким сигналом. С помощью датчика пыли определяется концентрация пыли в воздухе. До тех пор, пока она остается высокой, робот будет находиться в этом помещении. В приложении 2 показана программа для управления роботом в автономном режиме. Алгоритм автономной работы мобильного очистителя воздуха представлен на рисунке ниже.



Рисунок 9. Алгоритм автономной работы мобильного очистителя воздуха.

Кроме автономного режима, мы решили сделать и управление роботом с помощью мобильного телефона. Подобная схема работы есть у большинства роботов-пылесосов. Это позволяет направить робота в конкретное место, если нужно, чтобы он не мешал проходу во время работы, или требуется дополнительная очистка какой-либо зоны.



Рисунок 10. Главный экран приложения для управления МОВ с мобильного телефона.

Чтобы управлять роботом с мобильного телефона, нужно подключиться к нему по Bluetooth через настройки телефона, а затем нажать на кнопку «Подключиться к EV3» в приложении. В списке нужно выбрать блок EV3, который только что был подключен к телефону. После этого мы увидим показания температуры и сможем управлять движением робота: вперед, назад, поворот налево, поворот направо. Также можно менять скорость движения.

Полная функциональна схема роботизированного решения представлена на рисунке ниже.



Рисунок 11. Функциональная схема роботизированного решения.

При разработке роботизированного решения мы столкнулись со сложностями при подключении вентилятора и светодиодов к EV3. Готового решения для подключения к портам EV3 мы не нашли, поэтому нужно было делать свое решение. Вместе с тренером мы изучили datasheet к портам EV3 и разобрались, как можно подключить вентилятор и светодиоды.

Мы планируем продолжать работу над проектом и в следующей версии хотим подключить датчик влажности и систему увлажнения воздуха. Также мы думаем над удешевлением робота за счет использования недорогого микроконтроллера (например, Arduino) для управления всеми системами робота. Это приблизит нас еще на шаг к прототипу, готовому для производства.

Свою идею и робота мы показали специалистам по вентиляции из компании AirMaster. Их отзыв находится в приложении 3. Они порекомендовали заменить вентилятор на более мощный. Также они поддержали идею добавления функции увлажнения воздуха. Технический директор AirMaster высоко оценил коммерческий потенциал идеи, сказав, что при некоторых доработках это может стать стартапом на миллион.

## Возможное применение.

Разработанная модель мобильного очистителя воздуха может быть реализована в промышленных масштабах и затем использоваться в домашних условиях, в больницах и других организациях.

Есть несколько категорий людей, которым желательно пользоваться очистителем:

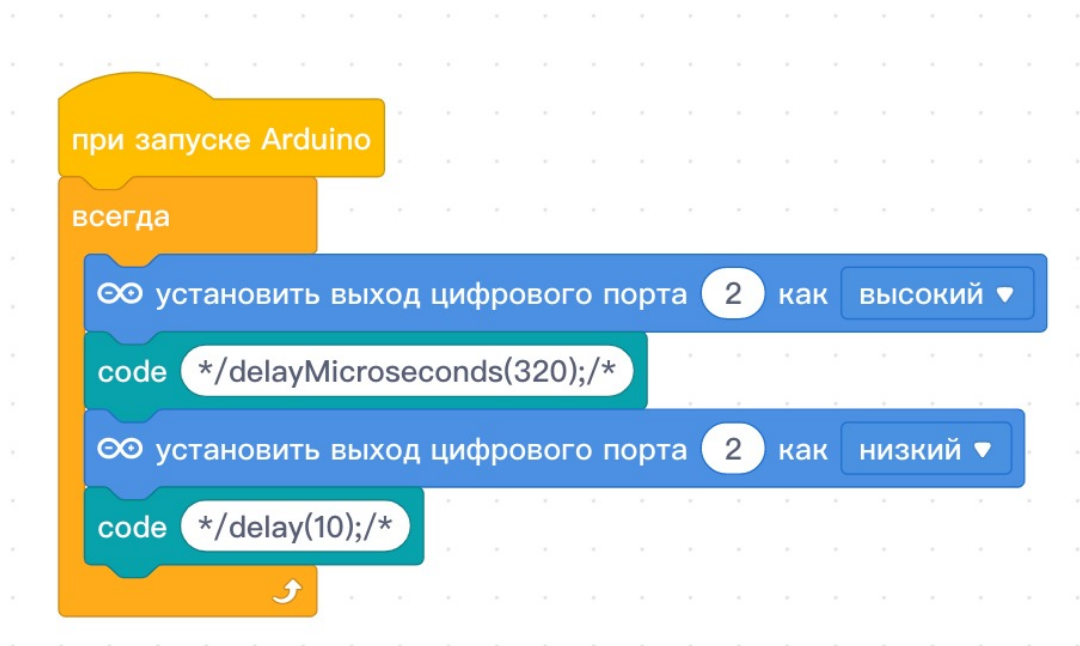
- Аллергики. В пыли содержатся частицы и вещества животного или растительного происхождения, которые могут вызвать аллергическую реакцию;
- Врачи и пациенты. В больницах и поликлиниках в воздухе часто бывает много микробов, которые могут приводить к распространению заболеваний;
- Люди, в доме которых есть ковры, тяжелые шторы, мягкие игрушки, ведь именно в них собирается большое количество пыли;
- Тем, кто часто пользуется химическими веществами. Это могут быть средства для уборки, лаки, духи, средства для укладки волос, освежители воздуха. При частом использовании и вдыхании веществ, которые содержатся в этих средствах, они могут нанести вред органам дыхания. Очистители воздуха стоит устанавливать в салонах красоты, парикмахерских, маникюрных кабинетах.

Предложенную в проекте идею мобильного очистителя воздуха можно использовать в школе для очистки воздуха в рекреациях и коридорах во время урока. На перемене все дети выходят из классов отдохнуть или перейти из одного кабинета в другой, кто-то бежит в столовую перекусить, кто-то бежит на урок, кто-то домой, в итоге с пола поднимается пыль. В любом детском коллективе всегда есть болеющие, а значит, множество бактерий постоянно находится в воздухе. Вот, кто-то чихнул на перемене, микроорганизмы осели на частичках пыли, с потоком воздуха перенеслись

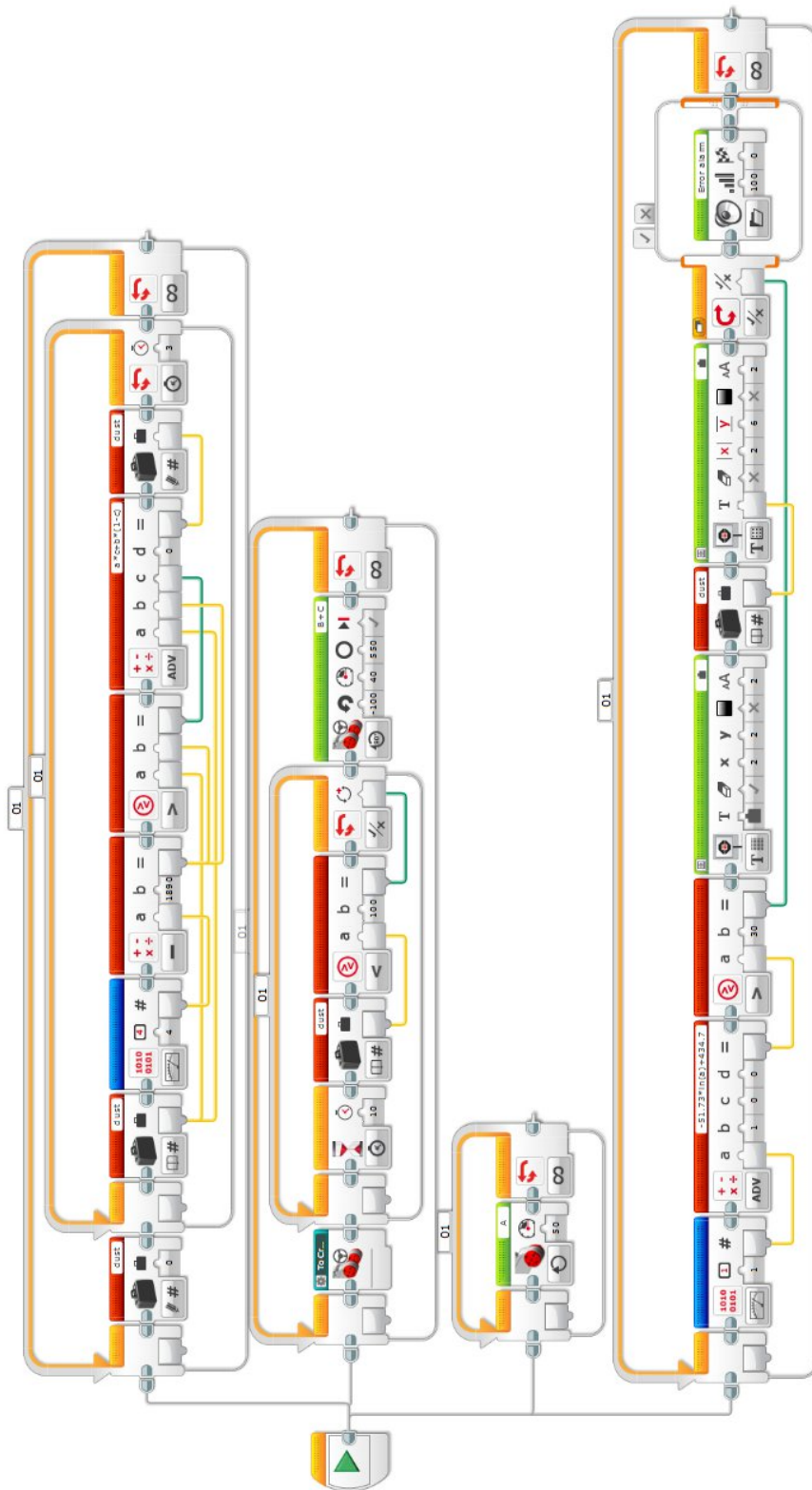


по всему помещению, где сейчас как раз много детей. Можно после каждой перемены во время урока запускать мобильный очиститель воздуха. В это время в основном коридоры пустые, а значит очиститель беспрепятственно сможет обеззаразить и очистить воздух в этих помещениях. В среднем в школе обучается около 1000 детей, также учителя и другие работники. Так что от применения мобильного очистителя выиграет более тысячи человек в плане повышения качества воздуха, а значит, улучшения условий для учебы, работы, труда, понизится уровень заболеваемости среди учащихся. Кроме того, можно будет облегчить труд технических работников, обеспечивающих чистоту в помещениях.

# Приложение 1. Программа для генерации импульса для датчика пыли.



# Приложение 2. Программа автономной работы МОВ.



# Приложение 3. Отзыв на представленный проект от компании AirMaster.

454018, г. Челябинск, ул. Стартовая, д. 34/3, оф. 303, (351) 750-65-45, 8-922-630-21-03, vent@airmaster74.ru, airmaster74.ru



**АИРМАСТЕР**  
ВЕНТИЛЯЦИОННАЯ КОМПАНИЯ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ПОСТАВКА, МОНТАЖ СИСТЕМ  
ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

## Отзыв на представленный проект

Команда по робототехнике «Robots Science» в лице Садчикова Артёма и Скорынина Ивана представила нам свой проект «Мобильный очиститель воздуха». Мы высоко оценили коммерческий потенциал идеи. Считаем, что при должной доработке можно получить востребованное устройство, на текущий момент не представленное на рынке.

Рекомендуем для улучшения потребительских свойств устройства установить более мощный вентилятор и добавить функцию увлажнения воздуха.

Директор



/ Шапин В.А.