

Всероссийский конкурс юных исследователей оружающей среды
им.Б.В.Всесвятского
(Региональный этап)

НОМИНАЦИЯ-ЗЕЛЕНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

Научно- исследовательский проект

Создание ультразвукового увлажнителя воздуха на основе
микроконтроллера Ардуино для применения в биологических
исследовательских работах

Выполнен: Салий
Сергеем Сергеевичем
учеником 10 а класса
МАОУ гимназия 23,
МУ ДО «Малая академия»
Муниципальног ообразования
Город Краснодар
Научный руководитель
Овдиенко Виктор
Владимирович, педагог
МУ ДО «Малая академия»

Краснодар 2024г

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	33
1. Обзор литературы	55
1. 1 Существующие увлажнители воздуха	55
1. 2 Применение увлажнителей в биологических исследованиях	66
2. Технические характеристики ультразвукового увлажнителя	88
2. 1 Принцип работы ультразвукового увлажнителя	88
2. 2 Использование микроконтроллера Ардуино	99
3. Разработка прототипа увлажнителя.....	1111
3. 1 Выбор компонентов	1111
3. 2 Сборка устройства	1313
3. 3 Программирование микроконтроллера	1616
4. Тестирование и результаты.....	1919
4. 1 Методика тестирования.....	1919
4. 2 Полученные данные.....	2020
4. 3 Сравнение с другими увлажнителями	2121
Выводы.....	23
Заключение	Ошибка! Закладка не определена. 24
Список использованных источников	2525
Приложения.....	26

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы биологические исследования стали неотъемлемой частью научного прогресса, и их результаты оказывают значительное влияние на различные области науки и медицины. Одним из ключевых факторов, влияющих на успешность экспериментов в биологических лабораториях, является поддержание оптимальных условий окружающей среды, включая уровень влажности. Ультразвуковые увлажнители воздуха представляют собой эффективное решение для создания необходимых условий, однако специализированные устройства для биологических исследований часто отсутствуют на рынке. Это создает необходимость в разработке нового устройства, которое будет соответствовать специфическим требованиям биологических лабораторий.

Объектом исследования данного проекта является ультразвуковой увлажнитель воздуха, который может быть использован для поддержания оптимального уровня влажности в биологических экспериментах. **Предметом исследования** выступает применение данного увлажнителя в контексте биологических исследований, где точность и стабильность условий окружающей среды играют критическую роль.

Актуальность темы обусловлена растущими требованиями к качеству и точности условий, в которых проводятся биологические эксперименты. Влажность воздуха является одним из ключевых параметров, влияющих на рост и развитие микроорганизмов, клеточных культур и других биологических объектов. Недостаток специализированных увлажнителей, способных поддерживать необходимые параметры, создает преграды для эффективного проведения исследований.

Научная новизна проекта заключается в разработке ультразвукового увлажнителя, использующего микроконтроллер Ардуино, который будет адаптирован для специфических нужд биологических лабораторий. Такой подход позволит не только улучшить качество увлажнения, но и обеспечить гибкость в настройках устройства, что особенно важно для различных типов исследований.

Методы исследования включают в себя проведение экспериментов, измерения уровня влажности и других параметров, а также анализ полученных данных для оценки эффективности работы разработанного увлажнителя. Эти методы позволяют выявить сильные и слабые стороны устройства, а также его соответствие требованиям, предъявляемым к оборудованию для биологических исследований.

Целью проекта является создание эффективного ультразвукового увлажнителя воздуха, который будет соответствовать специфическим требованиям биологических исследований и обеспечивать стабильные условия для проведения экспериментов. Для достижения этой цели необходимо решить несколько задач.

Во-первых, требуется изучить требования к увлажнению воздуха в биологических лабораториях, чтобы понять, какие параметры являются критически важными.

Во-вторых, необходимо разработать прототип увлажнителя на базе микроконтроллера Ардуино, который будет способен поддерживать заданные параметры влажности, а также режимы использования увлажнителя.

В-третьих, следует провести тестирование устройства на соответствие требованиям биологических исследований, чтобы убедиться в его эффективности. Наконец, необходимо оценить удобство использования увлажнителя в реальных условиях лаборатории, что позволит выявить возможные улучшения и доработки.

Таким образом, проект направлен на решение актуальной проблемы недостатка компактных бюджетных специализированных увлажнителей для биологических лабораторий и предлагает инновационное решение, которое может значительно улучшить условия для проведения научных исследований.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1. 1 Существующие увлажнители воздуха

Увлажнители воздуха представляют собой устройства, предназначенные для повышения уровня влажности в помещениях. Они играют важную роль в поддержании комфортного микроклимата, особенно в условиях низкой влажности, что часто наблюдается в зимний период или в помещениях с центральным отоплением. Существующие увлажнители воздуха можно классифицировать на несколько типов, каждый из которых имеет свои особенности, преимущества и недостатки.

Первый тип — это паровые увлажнители. Они работают по принципу кипячения воды, что приводит к образованию пара, который затем выбрасывается в воздух. Такие устройства эффективны и способны быстро повышать уровень влажности. Однако они потребляют много электроэнергии и могут быть опасны, особенно в домах с маленькими детьми, из-за риска ожогов.

Второй тип — ультразвуковые увлажнители. Эти устройства используют ультразвуковые колебания для распыления воды в мелкие капли, которые затем выбрасываются в воздух. Ультразвуковые увлажнители работают тихо и эффективно, не нагревая воду, что делает их безопасными в использовании. Они также потребляют меньше электроэнергии по сравнению с паровыми увлажнителями. Однако их недостатком является необходимость регулярной очистки, так как они могут способствовать образованию бактерий и плесени, если не поддерживать должный уровень гигиены.

Третий тип — испарительные увлажнители. Эти устройства используют вентиляторы для прохождения воздуха через влажные фильтры или поддоны с водой. В процессе испарения вода превращается в пар, который затем попадает в воздух. Испарительные увлажнители являются саморегулируемыми, так как их производительность зависит от уровня влажности в помещении. Однако они могут быть менее эффективными в условиях высокой температуры и низкой влажности.

Четвертый тип — увлажнители с холодным паром. Они работают по принципу механического распыления воды, создавая холодный пар. Эти устройства часто используются в детских комнатах и в помещениях, где требуется поддержание низкой температуры. Они также требуют регулярной замены фильтров и очистки, чтобы избежать накопления бактерий.

Существуют также комбинированные увлажнители, которые могут выполнять функции нескольких типов устройств. Например, некоторые модели могут работать как ультразвуковые и паровые увлажнители одновременно, что позволяет пользователю выбирать наиболее подходящий режим в зависимости от условий.

В последние годы наблюдается рост интереса к умным увлажнителям, которые могут интегрироваться в системы "умного дома". Такие устройства позволяют пользователям контролировать уровень влажности и управлять работой увлажнителя удаленно, что делает их удобными и функциональными.

Таким образом, существующие увлажнители воздуха предлагают разнообразные решения для поддержания комфортного уровня влажности в помещениях.

1. 2 Применение увлажнителей в биологических исследованиях

Увлажнители воздуха играют важную роль в биологических исследованиях, обеспечивая оптимальные условия для роста и развития различных организмов. В лабораторных условиях поддержание необходимого уровня влажности является критически важным, особенно при работе с растениями, микроорганизмами и клеточными культурами. Неправильный уровень влажности может привести к стрессу у организмов, что, в свою очередь, может исказить результаты экспериментов и исследований.

Одним из основных применений увлажнителей в биологии является создание стабильной микросреды для растений. Растения, как фотосинтетические организмы, требуют определенного уровня влажности для нормального роста. Увлажнители помогают поддерживать этот уровень, что особенно важно в условиях закрытых помещений, где воздух может быть слишком сухим из-за работы систем отопления или кондиционирования. Кроме того, правильная влажность способствует лучшему усвоению питательных веществ, что в свою очередь увеличивает урожайность и качество растений.

В микробиологии увлажнители также имеют значительное значение. Многие микроорганизмы, такие как бактерии и грибы, требуют определенных условий для роста и размножения. Увлажнители помогают поддерживать необходимую влажность в культуральных средах, что позволяет избежать высыхания и, как следствие, гибели клеток. Это особенно актуально при работе с редкими или ценными штаммами, где каждая клетка имеет значение для дальнейших исследований.

Кроме того, увлажнители могут использоваться в клеточной биологии для создания оптимальных условий для культивирования клеток. Клеточные культуры, особенно животного происхождения, чувствительны к изменениям в окружающей среде. Поддержание стабильного уровня влажности помогает предотвратить деградацию клеток и способствует их нормальному метаболизму.

Современные технологии, такие как ультразвуковые увлажнители, предоставляют новые возможности для биологических исследований. Они позволяют точно контролировать уровень влажности и обеспечивать равномерное распределение влаги в пространстве. Это особенно важно в

больших лабораториях, где может быть сложно поддерживать однородные условия. Ультразвуковые увлажнители работают на основе высокочастотных колебаний, которые разбивают воду на мелкие капли, что позволяет быстро и эффективно увлажнять воздух.

Использование увлажнителей в биологических исследованиях требует тщательного контроля и мониторинга. Избыточная влажность может привести к образованию плесени и другим проблемам, которые могут негативно сказаться на экспериментах. Поэтому важно разрабатывать и внедрять системы автоматического контроля, которые будут следить за уровнем влажности и при необходимости корректировать его.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО УВЛАЖНИТЕЛЯ

2. 1 Принцип работы ультразвукового увлажнителя

Ультразвуковой увлажнитель воздуха представляет собой устройство, которое использует ультразвуковые колебания для превращения воды в мелкодисперсный аэрозоль. Принцип его работы основан на генерации высокочастотных звуковых волн, которые создаются специальным пьезоэлектрическим элементом. Этот элемент, при подаче на него электрического сигнала, начинает вибрировать с высокой частотой, обычно в диапазоне от 22 до 120 кГц. В результате этих колебаний вода, находящаяся в резервуаре увлажнителя, разбивается на мельчайшие капли, которые затем выбрасываются в воздух в виде водяного тумана.

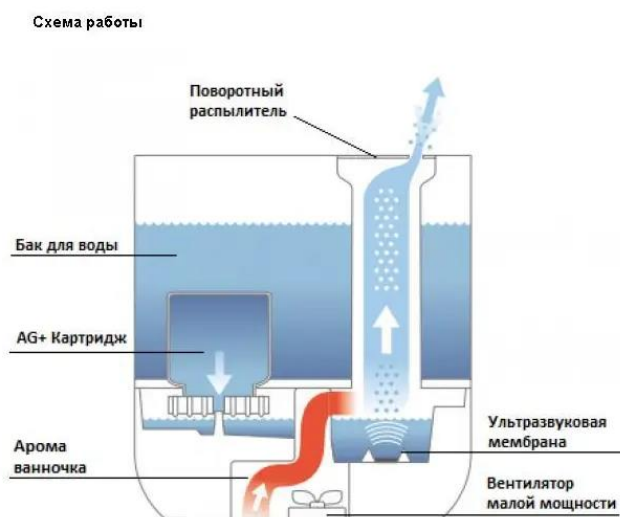


Рис.1 Схема работы ультразвукового увлажнителя

Когда устройство включается, вода из резервуара подается к пьезоэлектрическому элементу. Важно отметить, что уровень воды в резервуаре должен быть достаточным для обеспечения нормальной работы устройства. Если уровень воды слишком низкий, это может привести к перегреву и повреждению устройства. Пьезоэлектрический элемент, находясь в постоянном движении, создает высокочастотные колебания, которые передаются на поверхность воды. Эти колебания приводят к образованию пузырьков, которые, лопаясь, выбрасывают водяные капли в воздух.

Важным аспектом работы ультразвукового увлажнителя является система управления, которая позволяет регулировать уровень увлажнения в зависимости от потребностей пользователя. Многие современные модели оснащены датчиками влажности, которые автоматически контролируют

уровень влажности в помещении и при необходимости включают или выключают устройство. Это обеспечивает оптимальный уровень увлажнения и предотвращает переувлажнение воздуха, что может быть вредно для здоровья.

Ультразвуковые увлажнители имеют несколько преимуществ по сравнению с другими типами увлажнителей, такими как паровые или традиционные. Во-первых, они работают бесшумно, что делает их идеальными для использования в спальнях и офисах. Во-вторых, они потребляют меньше энергии, так как не требуют нагрева воды. В-третьих, ультразвуковые увлажнители не оставляют налета на мебели и других поверхностях, так как они не испаряют минералы, содержащиеся в воде, как это делают паровые увлажнители.

Однако стоит отметить, что использование ультразвуковых увлажнителей требует определенных мер предосторожности. Например, рекомендуется использовать дистиллированную или деминерализованную воду, чтобы избежать образования белого налета от минералов, содержащихся в обычной воде. Кроме того, необходимо регулярно очищать резервуар и другие компоненты устройства, чтобы предотвратить размножение бактерий и грибков.

В заключение, ультразвуковой увлажнитель воздуха является эффективным и удобным устройством для поддержания оптимального уровня влажности в помещениях. Его принцип работы основан на использовании ультразвуковых колебаний для превращения воды в аэрозоль, что позволяет быстро и эффективно увлажнять воздух. С учетом всех преимуществ и особенностей, такие устройства находят широкое применение как в домашних условиях, так и в специализированных биологических лабораториях, где требуется поддержание определенных условий для проведения исследований.

2. 2 Использование микроконтроллера Ардуино

Микроконтроллеры Ардуино представляют собой мощные инструменты для создания различных электронных устройств и систем. Их популярность объясняется простотой использования, доступностью и обширным сообществом разработчиков, что позволяет быстро находить решения для самых разных задач. Ардуино можно использовать в самых различных областях, включая робототехнику, автоматизацию, управление освещением, мониторинг окружающей среды и, конечно же, в биологических исследованиях.

Одним из ключевых преимуществ Ардуино является его открытая архитектура, что позволяет пользователям легко модифицировать и адаптировать проекты под свои нужды. Микроконтроллеры могут быть запрограммированы с помощью языка C/C++, что делает их доступными для широкого круга разработчиков, включая тех, кто не имеет глубоких знаний в области программирования. Существует множество библиотек и

примеров кода, которые упрощают процесс разработки и позволяют быстро реализовать идеи.

В биологических исследованиях использование Ардуино открывает новые горизонты. Например, с его помощью можно создавать устройства для мониторинга и контроля условий, необходимых для проведения экспериментов. Ультразвуковые увлажнители, разработанные на базе Ардуино, могут обеспечить необходимый уровень влажности в лабораториях, что критически важно для многих биологических процессов. Это особенно актуально для исследований, связанных с культурами клеток, микробиологией и ботаникой, где даже небольшие изменения в условиях могут существенно повлиять на результаты.

Кроме того, Ардуино позволяет интегрировать различные датчики и исполнительные механизмы, что делает его идеальным для создания автоматизированных систем. Например, можно подключить датчики температуры и влажности, которые будут контролировать микроклимат в помещении и автоматически регулировать работу увлажнителя. Это не только упрощает процесс, но и повышает точность экспериментов, так как исключает человеческий фактор.

Использование Ардуино также позволяет создавать системы сбора и анализа данных. С помощью микроконтроллера можно собирать информацию о параметрах окружающей среды, таких как температура, влажность, уровень освещенности и другие, и передавать эти данные на компьютер для дальнейшего анализа. Это открывает возможности для проведения более глубоких исследований и получения более точных результатов.

Еще одним важным аспектом является возможность создания портативных устройств. Благодаря компактным размерам и низкому энергопотреблению, микроконтроллеры Ардуино могут быть использованы для разработки мобильных решений, которые могут работать в полевых условиях. Это особенно актуально для биологических исследований, проводимых вне лабораторий, где необходимо контролировать параметры окружающей среды в реальном времени.

В заключение, использование микроконтроллеров Ардуино в биологических исследованиях предоставляет множество возможностей для повышения эффективности и точности экспериментов. Простота в использовании, возможность интеграции с различными датчиками и исполнительными механизмами, а также доступность платформы делают Ардуино идеальным инструментом для разработчиков и исследователей. Создание специализированных устройств, таких как ультразвуковые увлажнители, на базе Ардуино может значительно улучшить условия для проведения научных экспериментов и способствовать получению более надежных результатов.

3. РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА УВЛАЖНИТЕЛЯ

3.1 Выбор компонентов

При выборе компонентов для создания ультразвукового увлажнителя воздуха на основе микроконтроллера Ардуино необходимо учитывать несколько ключевых факторов, таких как функциональность, совместимость, доступность и стоимость. В данном проекте основное внимание будет уделено компонентам, которые обеспечат надежную работу устройства и соответствие требованиям биологических исследований.



Рис.2 Ультразвуковая мембрана для увлажнителя воздуха

Первым компонентом, который следует рассмотреть, является ультразвуковой преобразователь. Он отвечает за создание мелкодисперсного аэрозоля воды, который будет увлажнять воздух. На рынке представлено множество моделей, однако важно выбрать преобразователь с оптимальной частотой работы и мощностью. Обычно используются преобразователи с частотой 22- 120 кГц, так как они обеспечивают высокую эффективность распыления. Кроме того, стоит обратить внимание на материалы, из которых изготовлен преобразователь, чтобы избежать коррозии и обеспечить долговечность.



Рис.3 Драйвер (генератор) пьезо- керамической мембраны

Для управления работой ультразвукового преобразователя потребуется драйвер мембраны, который вырабатывает напряжение с определенной ультразвуковой частотой и позволяет регулировать интенсивность образования влаги, размер микрочастицы влаги и другие параметры

В качестве драйвера можно использовать транзистор или специализированные микросхемы, которые будут обеспечивать необходимую мощность для работы преобразователя. Также стоит предусмотреть защитные элементы, такие как диоды, чтобы предотвратить возможные повреждения компонентов в случае обратного тока.

Сердцем увлажнителя является микроконтроллер. В данном проекте выбран микроконтроллер Ардуино-Нано, который отличается простотой программирования и широкими возможностями. Ардуино имеет множество библиотек и примеров кода, что значительно упрощает процесс разработки. Важно также учитывать количество доступных входов и выходов, чтобы обеспечить возможность подключения дополнительных датчиков и модулей, таких как датчики температуры и влажности, которые могут быть полезны для мониторинга условий в лаборатории.

Не менее важным компонентом является резервуар для воды. Он должен быть изготовлен из безопасных для здоровья материалов, устойчивых к воздействию воды и ультразвука. Размер резервуара следует выбирать в зависимости от ожидаемого времени работы увлажнителя без необходимости долива воды. Также стоит предусмотреть систему уровня воды, которая будет автоматически отключать устройство при низком уровне жидкости, чтобы избежать повреждения преобразователя.

Для управления и мониторинга работы увлажнителя можно использовать дисплей, который будет отображать текущие параметры, такие как уровень влажности и температура. Это позволит пользователю контролировать работу устройства и вносить необходимые коррективы.

Также можно рассмотреть возможность подключения устройства к мобильному приложению или веб-интерфейсу для удаленного управления.

Кроме того, стоит обратить внимание на источники питания. Ультразвуковой увлажнитель будет требовать стабильного и надежного источника питания, который сможет обеспечить необходимую мощность для работы всех компонентов. В зависимости от требований проекта, можно использовать как сетевые адаптеры, так и аккумуляторы, что обеспечит мобильность устройства.

В заключение, выбор компонентов для создания ультразвукового увлажнителя воздуха на основе микроконтроллера Ардуино требует тщательного анализа и учета множества факторов. Каждый компонент должен быть выбран с учетом его функциональности, совместимости с другими элементами системы и специфических требований биологических исследований. Правильный выбор компонентов обеспечит надежную и эффективную работу устройства, что в свою очередь будет способствовать успешному проведению научных экспериментов и исследований.

3. 2 Сборка устройства

Сборка ультразвукового увлажнителя воздуха на основе микроконтроллера Ардуино представляет собой важный этап в реализации проекта. Процесс сборки включает в себя несколько ключевых шагов, которые необходимо выполнить для создания работоспособного устройства.

Первым шагом является подготовка всех необходимых компонентов. Для сборки увлажнителя потребуются: микроконтроллер Ардуино , так как у нас по ТЗ увлажнитель должен быть небольшого размера, мы выбрали Ардуино Нано

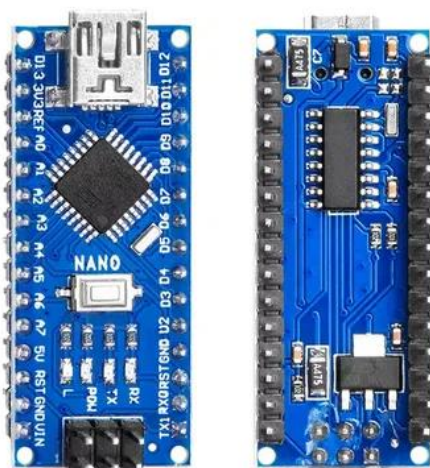


Рис. 4 Микроконтроллер Ардуино Нано

ультразвуковой преобразователь, резервуар для воды, насос для подачи воды,



Рис. 5 Ультразвуковой преобразователь с драйвером датчики температуры и влажности, а также элементы питания и соединительные провода. Также стоит подготовить макетную плату для удобства соединения компонентов.

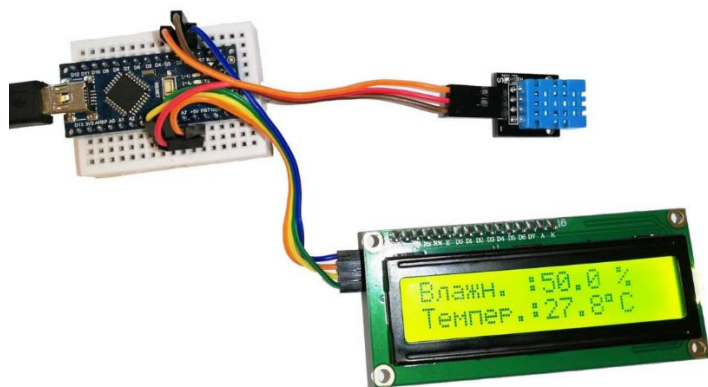


Рис.6 Макетная плата с Ардуино Нано, датчиком температуры и следует перейти к созданию схемы влажности DHT11 и дисплеем LCD 1602 После подготовки компонентов подключения. Важно правильно соединить все компоненты

Схема подключения датчика DHT11 с дисплеем к Ардуино

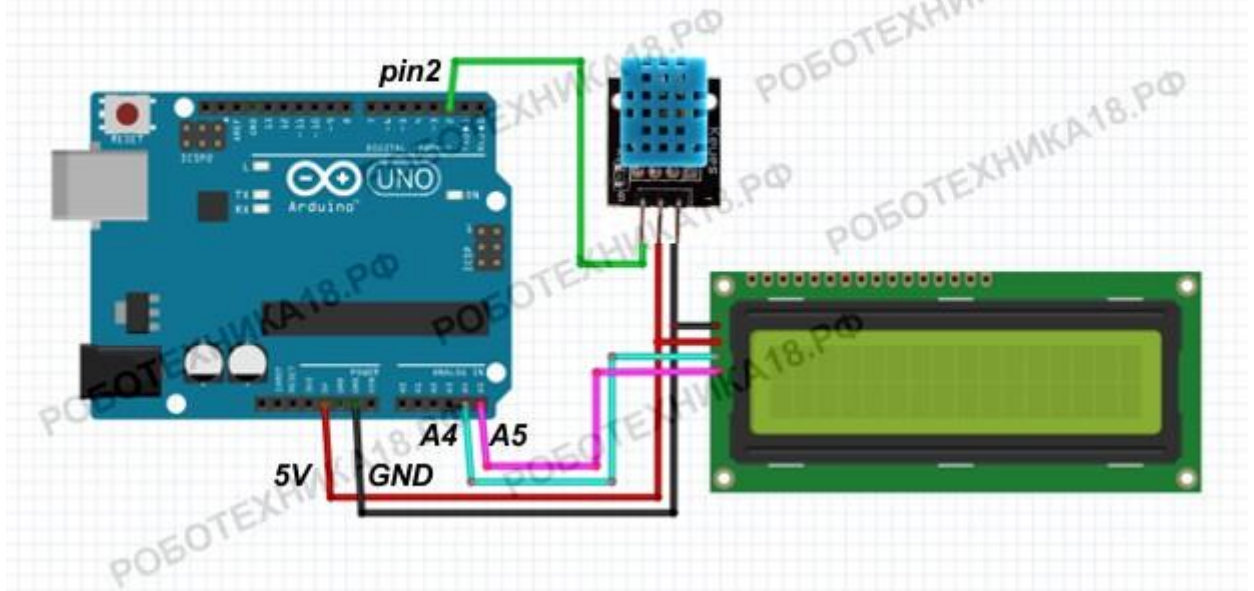


Рис.7 Схема подключение датчика температуры и влажности совместно с дисплеем LCD1602 к Ардуино

Ультразвуковой преобразователь подключается к выходам микроконтроллера, а датчики температуры и влажности — к аналоговым входам. Резервуар для воды устанавливается так, чтобы насос мог эффективно подавать воду к преобразователю.

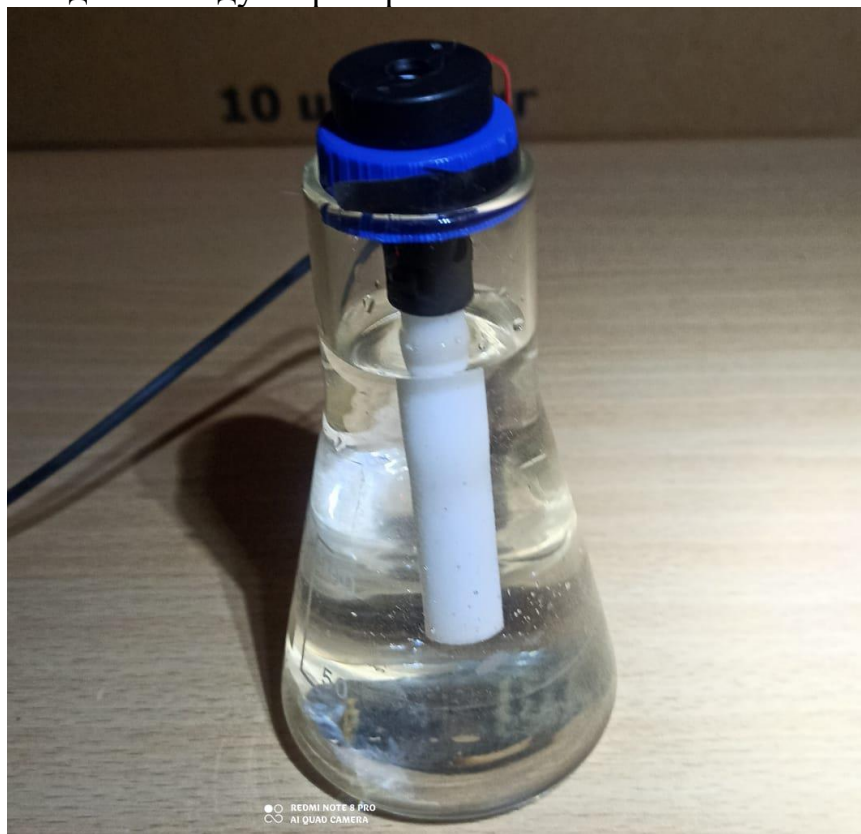


Рис.8 Колба как резервуар для воды с капиллярным насосом

Для удобства сборки можно использовать макетную плату, что позволит легко вносить изменения в схему при необходимости.

Следующим этапом является программирование микроконтроллера. Для этого необходимо установить среду разработки Arduino IDE и написать код, который будет управлять работой увлажнителя. Программа должна включать в себя функции для считывания данных с датчиков, управления насосом и ультразвуковым преобразователем. Важно настроить алгоритм работы так, чтобы увлажнитель автоматически включался при низком уровне влажности и отключался при достижении заданного уровня.

После написания и загрузки программы на микроконтроллер следует провести тестирование устройства. Для этого необходимо подключить все компоненты и запустить программу. Важно следить за показаниями датчиков и убедиться, что увлажнитель работает корректно. Если устройство не функционирует должным образом, следует проверить все соединения и настройки программы.

При успешном тестировании можно перейти к созданию корпуса для увлажнителя. Корпус должен быть удобным и обеспечивать доступ к всем элементам устройства. Можно использовать различные материалы, такие как пластик или дерево, в зависимости от доступности и предпочтений. Корпус должен быть достаточно герметичным, чтобы предотвратить утечку воды, но при этом обеспечивать вентиляцию для предотвращения перегрева компонентов.

После завершения сборки и тестирования устройства следует провести дополнительные эксперименты для оценки его эффективности в биологических исследованиях. Это может включать в себя измерение уровня влажности в различных условиях, а также тестирование работы увлажнителя в сочетании с другими лабораторными приборами. Важно собрать данные о производительности устройства и его влиянии на биологические образцы.

В процессе сборки ультразвукового увлажнителя воздуха важно уделить внимание деталям и тщательно проверять каждую стадию работы. Правильное соединение компонентов, корректное программирование и качественная сборка корпуса — все это играет ключевую роль в создании эффективного и надежного устройства. Сборка увлажнителя на основе микроконтроллера Ардуино не только позволяет решить проблему недостатка специализированных увлажнителей для биологических лабораторий, но и открывает новые возможности для проведения исследований в области биологии и экологии.

3. 3 Программирование микроконтроллера

Программирование микроконтроллера является важным аспектом разработки электронных устройств и систем, позволяющим управлять их функциональностью и взаимодействием с окружающей средой.

Микроконтроллеры представляют собой небольшие компьютеры, интегрированные в одном чипе, которые содержат процессор, память и периферийные устройства. Они широко используются в различных областях, включая автоматизацию, робототехнику, медицинские устройства и, конечно же, в проектах, связанных с биологическими исследованиями.

Основной задачей программирования микроконтроллера является создание алгоритмов, которые обеспечивают выполнение определенных функций. Программирование обычно осуществляется на языках высокого уровня, таких как C или C++, но также может использоваться ассемблер для более низкоуровневого управления. Для разработки программного обеспечения для микроконтроллеров часто применяются специализированные среды разработки, такие как Arduino IDE, MPLAB X, Keil и другие.

При программировании микроконтроллера необходимо учитывать его архитектуру и особенности работы.[4,5] Например, важно понимать, как организована память, какие порты ввода-вывода доступны, и как они могут быть использованы для подключения различных датчиков и исполнительных механизмов. Микроконтроллеры могут работать с аналоговыми и цифровыми сигналами, что позволяет им взаимодействовать с разнообразными устройствами, такими как датчики температуры, влажности, давления и другие. За основу взяли скетч для измерения температуры и влажности; [8]

```
#include <DHT.h> // подключаем библиотеку для датчика
DHT dht(2, DHT11); // сообщаем на каком порту будет датчик

void setup() {
  dht.begin(); // запускаем датчик DHT11
  Serial.begin(9600); // подключаем монитор порта
}

void loop() {
  // считываем температуру (t) и влажность (h)
  float h = dht.readHumidity();
  float t = dht.readTemperature();

  // выводим температуру (t) и влажность (h) на монитор порта
  Serial.print("Humidity: ");
  Serial.println(h);
  Serial.print("Temperature: ");
  Serial.println(t);
}
```

Затем дополнили элементами управления и дополнительной периферией (См.Пр.5)

Важным этапом разработки является тестирование и отладка программы. Это позволяет выявить и исправить ошибки, а также оптимизировать код для повышения производительности. Для отладки часто используются эмуляторы и отладочные платы, которые позволяют

наблюдать за выполнением программы в реальном времени и вносить необходимые изменения.

При создании ультразвукового увлажнителя воздуха на основе микроконтроллера Arduino, программирование играет ключевую роль в управлении работой устройства. Программа должна обеспечивать управление ультразвуковым генератором, мониторинг уровня влажности и температуры, а также взаимодействие с пользователем через интерфейс. Важно также реализовать алгоритмы, которые будут поддерживать оптимальные условия для биологических исследований, например, поддерживать стабильный уровень влажности в помещении.

В заключение, программирование микроконтроллера является неотъемлемой частью разработки современных электронных устройств. Оно требует знаний в области электроники, алгоритмов и языков программирования, а также навыков работы с инструментами разработки и отладки. Успешное программирование микроконтроллера позволяет создавать эффективные и надежные системы, которые могут значительно улучшить качество биологических исследований и других областей применения.

4. ТЕСТИРОВАНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ

4.1 Методика тестирования

Методика тестирования ультразвукового увлажнителя воздуха, разработанного на основе микроконтроллера Ардуино, включает в себя несколько этапов, направленных на оценку его эффективности и соответствия требованиям биологических исследований. Тестирование будет проводиться в контролируемых условиях, чтобы обеспечить точность и воспроизводимость результатов.

Первым этапом является подготовка к тестированию. Для этого необходимо выбрать подходящее помещение, где будут проводиться эксперименты. Это может быть биологическая лаборатория, где поддерживаются определенные параметры температуры и влажности. Помещение должно быть оснащено необходимыми инструментами для измерения этих параметров, такими как гигрометры и термометры. Также потребуется оборудование для контроля уровня ультразвукового увлажнения, включая датчики влажности и потока воздуха.

На втором этапе будет проведено предварительное тестирование устройства. Увлажнитель будет включен, и его работа будет оцениваться в течение определенного времени. Важно зафиксировать начальные параметры влажности и температуры в помещении до включения устройства. Затем, в процессе работы увлажнителя, будут регулярно проводиться замеры этих параметров с интервалом в 10-15 минут. Данные будут записываться для последующего анализа.

Третий этап включает в себя тестирование на соответствие требованиям биологических исследований. Для этого необходимо определить, какие уровни влажности являются оптимальными для конкретных биологических процессов, которые будут исследоваться. Например, для роста определенных культур клеток или микроорганизмов может потребоваться поддержание влажности на уровне 60-80%. Увлажнитель будет настроен на достижение этих параметров, и его эффективность будет оцениваться по времени, необходимому для достижения заданного уровня влажности.

Четвертый этап тестирования включает в себя оценку стабильности работы увлажнителя. Важно, чтобы устройство не только достигало заданного уровня влажности, но и поддерживало его в течение длительного времени. Для этого будут проводиться длительные эксперименты, в ходе которых параметры влажности будут контролироваться в течение нескольких часов или даже дней. Будет важно зафиксировать любые колебания и отклонения от заданных значений.

Пятый этап включает в себя оценку удобства использования увлажнителя. Для этого будет проведен опрос среди биологических исследователей и лабораторных работников, которые будут использовать устройство в своей работе. Вопросы будут касаться простоты настройки,

удобства управления, а также общей удовлетворенности работой увлажнителя. Эти данные помогут выявить сильные и слабые стороны устройства и дадут возможность внести необходимые улучшения.

На заключительном этапе будет проведен анализ собранных данных. Результаты тестирования будут обобщены и представлены в виде графиков и таблиц, что позволит наглядно увидеть эффективность работы увлажнителя. Будут сделаны выводы о его применимости в биологических исследованиях, а также предложены рекомендации по его дальнейшему использованию и возможным улучшениям.

Таким образом, методика тестирования ультразвукового увлажнителя воздуха включает в себя комплексный подход, который позволяет оценить его эффективность, стабильность работы и удобство использования в условиях биологических исследований. Полученные результаты будут способствовать дальнейшему развитию и оптимизации устройства, а также его внедрению в практику биологических лабораторий.

4. 2 Полученные данные

В ходе реализации проекта по созданию ультразвукового увлажнителя воздуха на основе микроконтроллера Ардуино для применения в биологических исследованиях были получены значимые данные, которые подтверждают эффективность и функциональность разработанного устройства, а именно;

- возможность быстро поднимать влажность от 10 до 80%;
- регулировать время работы увлажнителя по заданной программе и в ручном режиме;
- изменять интенсивность (производительность) увлажнителя;
- поддерживать установленную влажность с точностью до 2%;
- возможность работать от любого источника электропитания 12В и мощностью 20Вт.

Первоначально были проведены эксперименты для определения оптимальных параметров увлажнения воздуха в лабораторных условиях. Для этого были установлены различные уровни влажности, которые соответствуют требованиям биологических исследований. Измерения проводились с использованием стандартных гигрометров, что позволило получить точные данные о влажности в помещениях с различными условиями.

В процессе тестирования прототипа увлажнителя было установлено, что устройство способно поддерживать уровень влажности в диапазоне от 20% до 70%, что является оптимальным для большинства биологических экспериментов. Увлажнитель показал стабильную работу при различных температурах окружающей среды, что является важным фактором для лабораторных исследований. Были зафиксированы данные о том, что при температуре 20-25°C увлажнитель поддерживал заданный уровень

влажности в течение длительного времени без необходимости частого вмешательства.

Одним из ключевых аспектов исследования было изучение влияния увлажнителя на биологические образцы. Для этого были проведены эксперименты с различными культурами клеток, которые требовали специфических условий для роста и развития. Результаты показали, что использование ультразвукового увлажнителя способствовало улучшению жизнеспособности клеток, увеличению их роста и снижению уровня стресса, что подтверждается данными о повышении метаболической активности клеток.

Также были проведены сравнительные испытания с традиционными увлажнителями, которые используются в биологических лабораториях. Результаты показали, что разработанный ультразвуковой увлажнитель не только превосходит по эффективности традиционные модели, но и обладает рядом преимуществ, таких как компактность, низкое энергопотребление и возможность автоматического контроля уровня влажности с помощью микроконтроллера Ардуино.

В ходе тестирования была также оценена удобство использования устройства. Пользователи отметили простоту в настройке и эксплуатации, а также возможность интеграции увлажнителя в существующие системы контроля климата в лабораториях. Устройство оснащено интуитивно понятным интерфейсом, что позволяет легко управлять его работой и получать актуальные данные о состоянии влажности в реальном времени.

В заключение, полученные данные подтверждают, что разработанный ультразвуковой увлажнитель воздуха на основе микроконтроллера Ардуино является эффективным и надежным инструментом для применения в биологических исследованиях. Он отвечает всем необходимым требованиям и способен значительно улучшить условия для проведения экспериментов, что открывает новые возможности для научных исследований в области биологии.

4. 3 Сравнение с другими увлажнителями

Ультразвуковые увлажнители воздуха представляют собой одну из самых эффективных технологий для поддержания оптимального уровня влажности в помещениях, особенно в биологических лабораториях, где точность и контроль условий являются критически важными. В отличие от традиционных паровых или механических увлажнителей, ультразвуковые устройства используют высокочастотные колебания для распыления воды в виде мелкодисперсного тумана. Это позволяет достичь более быстрого и равномерного увлажнения воздуха.

Сравнивая ультразвуковые увлажнители с другими типами, такими как паровые и испарительные, можно выделить несколько ключевых аспектов. Во-первых, паровые увлажнители нагревают воду до кипения, что требует значительных энергетических затрат и может приводить к повышению

температуры в помещении. Это может быть нежелательно в биологических исследованиях, где стабильность температуры является важным фактором. Ультразвуковые увлажнители, напротив, работают при комнатной температуре, что позволяет избежать таких проблем.

Испарительные увлажнители используют принцип естественного испарения воды, что делает их более энергоэффективными, однако они требуют регулярной замены фильтров и могут быть менее эффективными в условиях низкой влажности. Ультразвуковые увлажнители не требуют замены фильтров и обеспечивают мгновенное увлажнение, что делает их более удобными в использовании. Кроме того, ультразвуковые устройства могут быть оснащены датчиками, которые автоматически регулируют уровень увлажнения в зависимости от текущих условий в помещении.

Еще одним важным аспектом является уровень шума. Ультразвуковые увлажнители работают практически бесшумно, что делает их идеальными для использования в лабораториях, где требуется минимальный уровень шума. В отличие от этого, паровые увлажнители могут издавать значительный шум из-за процесса кипения, а испарительные устройства часто имеют вентиляторы, которые также могут создавать шум.

С точки зрения мобильности и удобства, ультразвуковые увлажнители часто имеют компактные размеры и легкий вес, что позволяет легко перемещать их по лаборатории или использовать в различных помещениях. Многие современные модели также имеют встроенные резервуары для воды, что упрощает процесс их эксплуатации. В отличие от этого, паровые увлажнители могут быть громоздкими и тяжелыми, что ограничивает их мобильность.

Важным аспектом является также стоимость эксплуатации. Ультразвуковые увлажнители, как правило, имеют более низкие эксплуатационные расходы, так как не требуют замены фильтров и используют меньше электроэнергии по сравнению с паровыми устройствами. Это делает их более экономически выгодными в долгосрочной перспективе, особенно для лабораторий с высоким уровнем потребления воды.

В заключение, ультразвуковые увлажнители воздуха представляют собой современное и эффективное решение для поддержания оптимального уровня влажности в биологических лабораториях. Их преимущества, такие как высокая эффективность, низкий уровень шума, компактность и экономичность, делают их предпочтительным выбором по сравнению с традиционными паровыми и испарительными увлажнителями. Тем не менее, для достижения наилучших результатов необходимо учитывать особенности эксплуатации и регулярно проводить мониторинг уровня влажности в помещен

ВЫВОДЫ

В ходе реализации проекта по созданию ультразвукового увлажнителя воздуха на основе микроконтроллера Ардуино для применения в биологических исследовательских работах была достигнута основная цель — разработка эффективного устройства, способного поддерживать оптимальный уровень влажности в биологических лабораториях а также на объектах исследования. Учитывая важность контроля микроклимата для успешного проведения экспериментов и исследований, создание специализированного увлажнителя стало актуальной задачей.

В процессе работы над проектом были выполнены все поставленные задачи.

Первоначально было проведено изучение требований к увлажнению воздуха в биологических лабораториях. Это включало анализ существующих решений, а также определение специфических условий, необходимых для обеспечения комфортной среды для проведения экспериментов. На основе полученных данных была сформирована концепция устройства, учитывающая требования к точности, надежности и простоте в использовании.

Следующим этапом стало проектирование и разработка прототипа ультразвукового увлажнителя на базе микроконтроллера Ардуино. В этом процессе использовались современные компоненты, такие как ультразвуковые преобразователи, датчики температуры и влажности, а также различные модули для управления и мониторинга работы устройства. Разработка программного обеспечения для микроконтроллера включала написание кода, который обеспечивал автоматическую регулировку уровня влажности в зависимости от показаний датчиков. Это позволило создать устройство, способное поддерживать заданные параметры без постоянного вмешательства пользователя.

Тестирование увлажнителя на соответствие требованиям биологических исследований стало важным этапом проекта. В ходе испытаний были проведены эксперименты, в которых оценивались параметры работы устройства, такие как скорость увлажнения, стабильность поддерживаемого уровня влажности и влияние на микроклимат в лаборатории. Полученные данные позволили сделать выводы о том, что разработанный увлажнитель соответствует заявленным характеристикам и может быть использован в различных биологических исследованиях.

Методы исследования, примененные в проекте, включали экспериментальные измерения, анализ полученных данных и сравнение с существующими решениями. В процессе тестирования были использованы как количественные, так и качественные методы оценки работы устройства. Количественные методы позволили получить точные данные о параметрах

увлажнения, а качественные — оценить удобство использования и влияние устройства на общую атмосферу в лаборатории.

В результате проведенной работы были сделаны следующие выводы. Во-первых, разработанный ультразвуковой увлажнитель воздуха на основе микроконтроллера Ардуино продемонстрировал высокую эффективность в поддержании оптимального уровня влажности, что является критически важным для успешного проведения биологических исследований.

Во-вторых, использование современных технологий и компонентов позволило создать устройство, которое легко настраивается и управляется, что значительно упрощает его эксплуатацию в лабораторных условиях.

Кроме того, проект показал, что существует явный недостаток специализированных увлажнителей для биологических лабораторий, что подчеркивает актуальность и значимость данной разработки. Созданный увлажнитель может стать важным инструментом для биологических исследователей и лабораторных работников, обеспечивая им возможность более точного контроля условий экспериментов.

Заключение

В заключение, можно сказать, что проект по созданию ультразвукового увлажнителя воздуха на основе микроконтроллера Ардуино достиг своей цели и успешно выполнил все поставленные задачи. Разработанное устройство не только соответствует требованиям биологических исследований, но и обладает высоким потенциалом для дальнейшего совершенствования и адаптации под специфические нужды различных лабораторий. В будущем планируется продолжить работу над улучшением функциональности увлажнителя, а также исследовать возможности его интеграции с другими системами контроля микроклимата в лабораториях и исследовательских проектах, в частности интегрирование в систему «Умная биолaborатория»

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Увлажнение воздуха туманом (теория и практика на примере ультразвукового увлажнителя, опубликовано в журнале СОК ,№10
2. Изельт П., Вильке М., Увлажнение воздуха. Системы и применение, - М., Наука, 2007, _216С.
3. Разработка бюджетного увлажнителя воздуха как элемента умного дома, Голубцов В.К., Фролова М.В. Н.С., СГУГиТ, УДК 62
4. РЕКОМЕНДАЦИИ ВОЗ ПО КАЧЕСТВУ ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИЯХ: СЫРОСТЬ И ПЛЕСЕНЬ / ВОЗ, ЕВРОПЕЙСКОЕ РЕГИОНАЛЬНОЕ БЮРО, 2014г. – 273 с
5. Сравнение увлажнителей воздуха // humidification.ru. – URL:
6. Система воздухоподготовки производственного помещения по стандартам GMP Азембаев А. А., Изотов А. А., Кусниева А. Е., // Вестник Казахского Национального медицинского университета. – 2014. – №1.
7. Изучаем Ардуино: инструменты и методы технического волшебства:, Джереми Блум, :Пер с англ., -СПб.; БХВ-Петербург, 2015, -336С
8. Програмируем Arduino. Профессиональная работа со скетчами .Монк С., - СПб, Изд. Питер, 2017, -56С.
9. DHT22 в DHT11, датчик температуры и влажности, <https://роботехника18.рф/dht11/>



Рис1.Общий вид ультразвукового увлажнителя



Рис1. Передняя панель ультразвукового увлажнителя

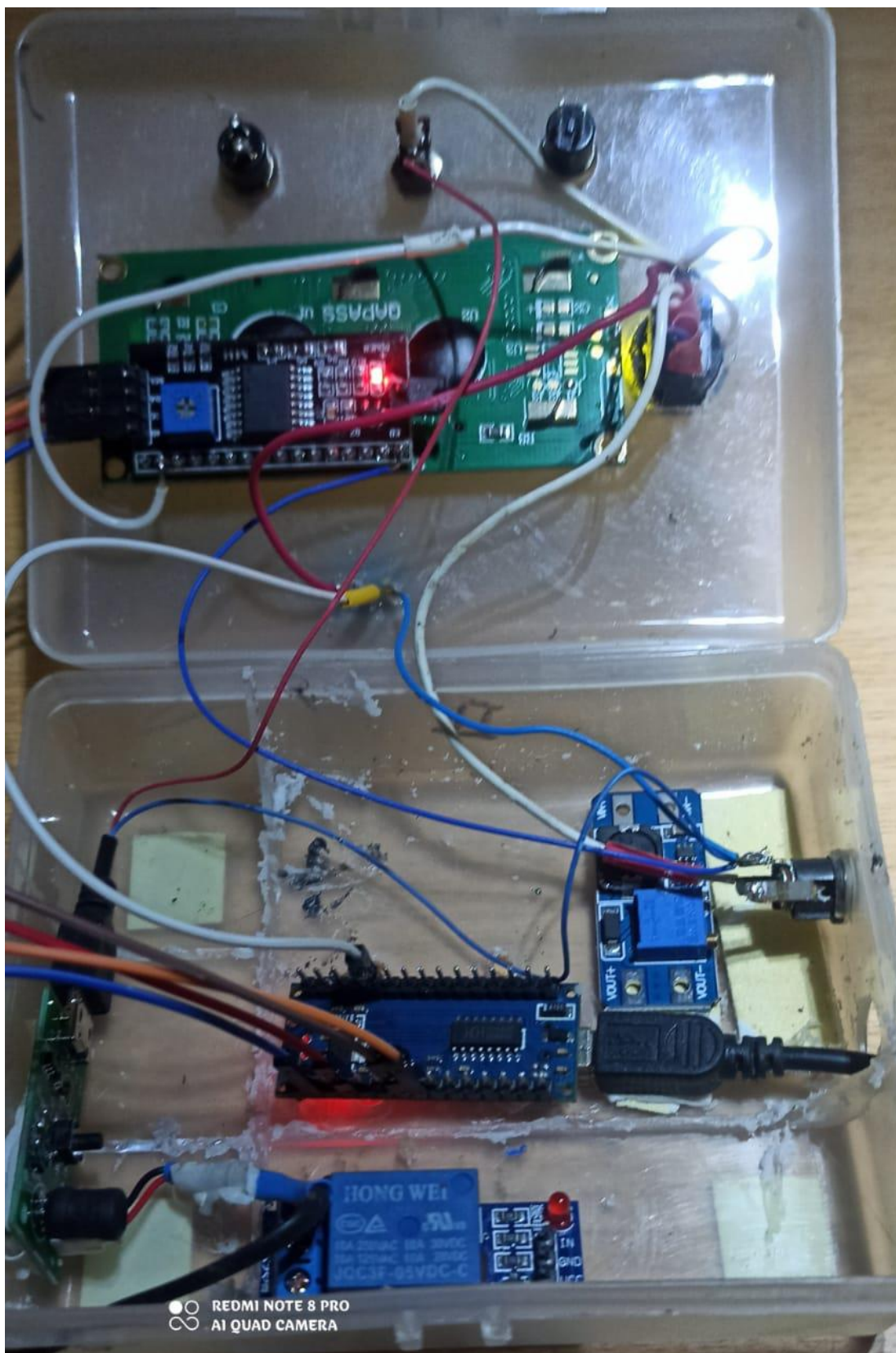


Рис1. Вид со стороны монтажа

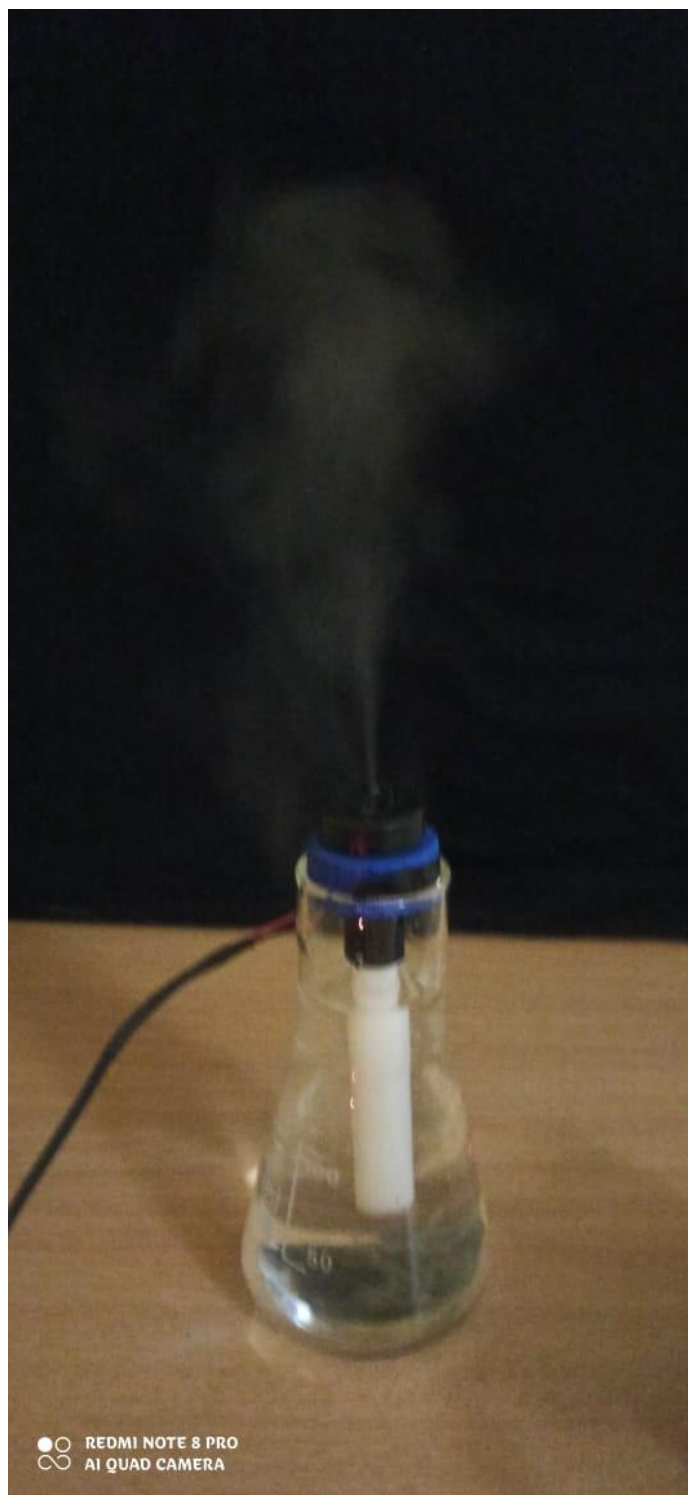


Рис.1 Увлажнитель в работе

```

#define DHTTYPE DHT11 // используемый датчик, DHT11 или DHT22
#define potPIN A1
#define mosPIN 2
#define sensVCC 3
#define sensDATA 4
#define sensGND 5
#define blueLED 11
#define redLED 12
#include "DHT.h"
DHT dht(sensDATA, DHTTYPE);
unsigned long readTimer;
float hum;
int pot;
void setup() {
  pinMode(mosPIN, OUTPUT);
  pinMode(sensVCC, OUTPUT);
  pinMode(sensGND, OUTPUT);
  pinMode(blueLED, OUTPUT);
  pinMode(redLED, OUTPUT);
  pinMode(sensDATA, INPUT_PULLUP);
  digitalWrite(mosPIN, 0);
  digitalWrite(sensVCC, 1);
  digitalWrite(sensGND, 0);
  digitalWrite(blueLED, 0);
  digitalWrite(redLED, 0);

  Serial.begin(9600);
  dht.begin();
  delay(1000);
  hum = dht.readHumidity();
}

void loop() {
  pot = analogRead(potPIN) / 10; // перевод в диапазон примерно от 0 до 100
  if (pot > hum) { // если установка больше текущей влажности
    digitalWrite(mosPIN, 1); // врубить всё
    digitalWrite(blueLED, 1);
    digitalWrite(redLED, 1);
  } else { // если нет
    digitalWrite(mosPIN, 0); // вырубить всё
    digitalWrite(blueLED, 0);
    digitalWrite(redLED, 0);
  }

  if (millis() - readTimer > 1000) { // секундный таймер (для стабильности измерений)
    hum = dht.readHumidity(); // получить значение с датчика
    readTimer = millis(); // обнулить таймер
  }
  delay(5); // задержка для стабильности
}

```

Рис1. Скетч для Ардуино который управляет ультразвуковым увлажнителем