

**КАТАЛОГ**  
**ИННОВАЦИОННЫХ РАЗРАБОТОК**  
**УЧАСТНИКОВ РЕГИОНАЛЬНОЙ**  
**БИЗНЕС-ШКОЛЫ-ВЫСТАВКИ**

г. Барнаул, 20-23 ноября 2018 г.

**Барнаул**  
**2018**

УДК 001  
ББК 30

К 29

Издание подготовлено с использованием средств Фонда Президентских грантов в рамках реализации Договора № 17-1-004502 от 19.10.2017 г. между Фондом Президентских грантов и РМПО. Проект «Организация региональной сети и проведение бизнес-школ-выставок, направленных на развитие у школьников и студентов навыков научного предпринимательства, способствующих внедрению экономически перспективных разработок молодых инноваторов».

Каталог инновационных разработок участников региональной бизнес-школы-выставки (г. Барнаул, 20-23 ноября 2018 г.). – Барнаул: КЦИТР, 2018. – 170 с

**Содержание**

Панин И. П., Абрамов М. А. Автоматизированная система распределения шатунов двигателя внутреннего сгорания по весовым группам	5
Лебедева К. С. Разработка макета ветронасосной установки для полива	9
Бауман Д. А. Создание парка развлечений для детей с ограниченными возможностями здоровья	14
Юркина С. Н. Тактильно-аудиальная перчатка-тренажер для реабилитации после инсульта	21
Болбуков Д. Е. Фрезерный станок с числовым программным управлением	30
Биковец К. С. «Умная трость» для людей с проблемами зрения	37
Орлова Е. А. Геометрические организации классических последовательностей	46
Золотов В. Д. Средство контроля температуры для оценки перегрузочной способности трансформатора	55
Красноярцев А. Е. Разработка и конструирование модели установки для обработки изделий из полипропилена и древесины	70
Литвиненко И. И. Конструирование нейтронно-активационного анализатора на основе фюзора Фарнсуорта-Хирша и композитного поликристаллического неорганического сцинтиллятора	76
Воронкова С. С. Исследование движения среды в работе клапана Tesla от размеров створок	83
Давыдов А. Е. Улучшение среды использования электромобилей путем создания доступной среды для зарядки в рамках города Москвы	89

Колесникова С. А. Развитие молодежного предпринимательства в сфере дорожного строительства (на примере создания тротуаров с использованием вторичных бытовых отходов)	100
Коркин М. В. Бизнес-проект «Ювелирная кухня» как экономическое инновационно-технологическое, социокультурное и историческое явление	107
Субботин Д. А. Разработка программно-аппаратного комплекса для улучшения качества жизни больных аллергическим ринитом и бронхиальной астмой	112
Протопопова М. Д. Повышение точности измерения физических величин с помощью программно-аппаратного комплекса Labview	126
Воропай К. Ю. Исследование влияния музыки на поведение грызунов	136
Кузьмина К. С. Разработка датчика для контроля уровня консерванта диоксида серы во фруктах	142
Однораленко Д. В. Автогенераторы с Тесла индуктором и эксперименты над ними	147
Функ В. С. Разработка модели аэроавтомобиля	159

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ШАТУНОВ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ПО ВЕСОВЫМ ГРУППАМ

Панин Иван Павлович, Абрамов Михаил Алексеевич

Россия, Алтайский край, город Барнаул

МБУ ДО «Центр детского (юношеского) технического творчества» Ленинского района

*e-mail: mbudo.cdyt@barnaul-obr.ru*

**Аннотация.** Завод «Барнаултрансмаш» – один из старейших в городе, имеющий полный производственно-технологический цикл изготовления двигателя внутреннего сгорания (ДВС) для тяжелой промышленной техники.

Для устойчивой и надежной работы двигателя УТД-20 (V-образный, шестицилиндровый дизель) очень важен весовой баланс попарно работающих цилиндров. Задача балансировки цилиндров решается методом подбора веса шатунов и поршневой группы путем снятия металла со специальных наплывов (бобышек), что представляет собой трудоёмкий процесс.

Мы разработали оригинальную систему сортировки шатунов по весу для достижения минимального разноравесия между ними в одном комплекте.

**Ключевые слова:** шатуны, двигатели внутреннего сгорания, автоматизация распределения шатунов, Барнаултрансмаш.

**Место выполнения работы.** Работа выполнена на базе МБУ ДО «ЦД(Ю)ТТ» Ленинского района. Научный руководитель: Королева Татьяна Николаевна, педагог дополнительного образования.

### Описание разработки

#### Введение

**Актуальность.** Побывав на заводе «Барнаултрансмаш», ознакомились с его историей, увидели двигатели, которые выпускаются на заводе, а также побывали в отдельных цехах по производству комплектующих для этих двигателей.

Нас заинтересовал процесс подгонки веса поршней и шатунов для двигателя.

Для уменьшения вибраций необходимо, чтобы все шатуны двигателя имели одинаковый вес в пределах допустимой нормы. Для выполнения этой задачи было решено изучить устройство и принципы работы двигателя внутреннего сгорания. А также воспроизвести систему развесовки шатунов и, если возможно, предложить новый подход к решению этой проблемы.

**Цель:** создание автоматизированной системы распределения шатунов по весовым группам, исключая процесс снятия металла с бобышек.

#### Задачи

1. Подробно изучить конструкцию и работу действующей системы развесовки шатунов на заводе «Барнаултрансмаш».
2. Создать действующий макет автоматизированной системы распределения шатунов по весовым группам, используя набор Lego Mindstorms EV3.
3. Продемонстрировать макет в действии.
4. Получить экспертную оценку технологов завода «Барнаултрансмаш».
5. Доработать систему в соответствии с замечаниями экспертов.

**Объект исследования:** автоматизированная система развесовки шатунов.

**Предмет исследования:** вес шатуна.

**Методы исследования:** наблюдение, сравнение, анализ, моделирование робота, проведение экспериментов.

**Новизна:** данная система собирает шатуны в комплекты путем сортировки их массы по возрастанию. При этом исключается процесс снятия металла с «бобышек», кроме шатунов, превосходящих максимально возможный вес.

**Практическая значимость:**

1. Облегчение труда человека.
2. Увеличение производительности труда.

Завод «Барнаултрансмаш» – один из старейших в городе, имеющий полный производственно-технологический цикл ДВС для тяжелой промышленной техники.

На заводе мы побывали в выставочном зале, где представлены различные модели дизельных двигателей в готовом виде, в том числе двигатель УТД-20: V-образный, шестицилиндровый дизель. Для устойчивой и надежной работы двигателя очень важен весовой баланс попарно работающих цилиндров. С целью установления баланса применяется метод подбора веса шатунов и поршневой группы путем стачивания лишнего веса с бобышек, требующий привлечения дополнительных ресурсов.

Нас заинтересовал процесс подгонки веса поршней и шатунов для двигателя. Это необходимо для уменьшения вибраций двигателя – чтобы все шатуны двигателя имели одинаковый вес. Для взвешивания каждого шатуна применяются точные (электронные) весы. Результаты взвешивания заносятся в таблицу. Существующая система осуществляет подгонку веса по самому легкому шатуну за счет аккуратного снятия металла со специальных наплывов (бобышек), расположенных на верхней головке шатуна и на крышке нижней головки.



Рисунок 1. Общий вид и эскиз сборки шатуна

Изготавливаются шатуны методом горячей штамповки (ковки) из специальных легированных сталей. Кованые шатуны прочнее литых.



Рисунок 2. Стрелками отмечены бобышки, с которых снимается часть металла

## Моделирование системы

Было решено моделировать систему на основе дизельного двигателя УТД-20 (производится с 1959 года). Двигатель дизельный, 6-цилиндровый, 4-тактный, V-образный.

Из рабочей документации. Масса шатуна на двигатель УТД-20 составляет: I группа – 6,35+0,05 кг; II группа – 6,45+0,05 кг; III группа – 6,55+0,05 кг; IV группа – 6,65+0,05 кг; V группа – 6,75+0,05 кг.

Таким образом, разновес шатунов в комплекте до 0,05 кг.

Процесс снятия металла со специальных наплывов (бобышек) занимает много времени, производственных ресурсов и человеческого труда. Мы задумали оригинальную систему сортировки шатунов по весу для достижения минимального разновеса между ними в одном комплекте. Эта система исключает процесс снятия металла с бобышек!

После взвешивания, шатун перемещается на конвейер с помощью поршня-толкателя. Так происходит для шести шатунов для трех двигателей (мы условно примем, что для одного двигателя нужно два шатуна). После чего система сортирует шатуны по возрастанию. Таким образом, оказывается, что рядом находятся шатуны, близкие по значению массы. Выборка должна происходить из 50 шатунов – среднее значение нормы в день. В разных группах оказываются шатуны разной весовой категории, но разница в весе между шатунами одной группы не превышает допустимой нормы в 0,05 кг.

### Конструирование

При создании конструкции были использованы:

- микроконтроллер LEGO EV3;
- интерактивный сервомотор -4 штуки;
- датчик нажатия;
- аккумулятор LegoMindstormsEV3;
- зарядное устройство для аккумулятора;

детали конструктора LegoMindstormsEV3.

Конструкция включает:

1. Пункт приема.
2. Контрольно-измерительный прибор (весы).
3. Транспортную ленту.
4. Манипулятор с тремя степенями свободы на подвешенной платформе.
5. Конвейер с контейнерами для отсортированных шатунов.



Рисунок 3. Фотография конструкции в сборе

## Алгоритм работы системы

1. В пункт приема кладутся один за другим шатуны, которые подхватываются манипулятором и перемещаются на контрольно-измерительный прибор (весы).
  2. При нажатии на плиту весов срабатывает датчик нажатия и блок прикидывает любое число от 350 до 370 на экран.
  3. Далее манипулятор складывает шатун в ячейку на ленту в порядке очереди.
  4. После того, как все шатуны сложены в шести ячейках, блок просчитывает все числа в порядке возрастания. Далее манипулятор собирает шатуны в порядке возрастания веса и складывает их попарно в контейнеры для уже отсортированных.
  5. В конце отсортированные комплекты собирают с конвейера.
- Работа системы наглядно представлена в виде дополнительного сетевого демонстрационного материала на Яндекс диске в доступе по ссылке: <https://yadi.sk/i/g3PXYwI3V48vv>

### Программирование. Работа конструкции

Программа создана с помощью программного обеспечения Lego Mindstorms EV3.

При запуске программы, робот захватывает шатун и кладет его на весы, после взвешивания записывает значение веса шатуна в переменную массива и выводит ее на экран. Затем робот кладет деталь в ячейку. Эти действия повторяются для 6 шатунов.

Подпрограмма «Test» осуществляет вывод значений переменных на экран.

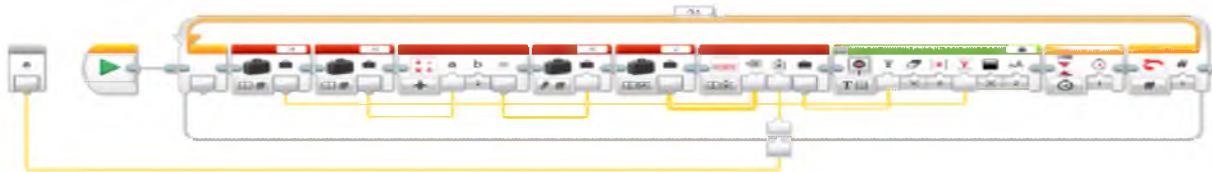


Рисунок 4. Изображение значений переменных на экране

Затем конвейер занимает определенное положение для захвата шатунов и очищает экран.

Далее идет сортировка значений массива по возрастанию методом «пузырька». Это происходит путем сравнения соседних чисел в ранее записанной переменной  $V$ , если число, которое находится выше (переменная  $R$ ), больше числа, которое находится ниже (переменная  $L1$  или  $Loop$ ), то числа меняются местами. Все это находится в циклах – первый цикл обеспечивает замену чисел (5 повторений – один круг), а второй служит для повторения этой операции.

После завершения цикла первоначальные значения веса шатунов копируются в массив  $V3$  для дальнейшего использования.

Следующий этап: вывод на экран отсортированного массива с целью удостовериться в правильности вычислений. Для вывода номера шатуна по счету, к индексу прибавляется единица, так как индекс записывается с нуля.

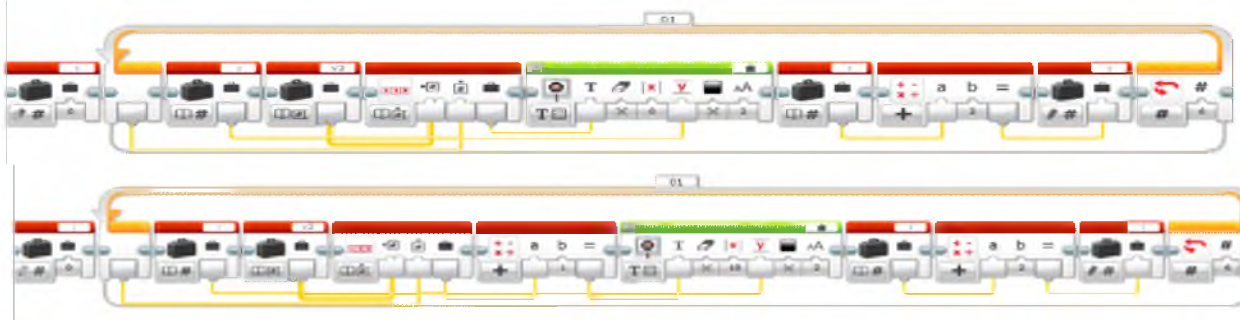


Рисунок 5. Изображение отсортированного массива



Далее начинается физическая сортировка шатунов. Происходит работа манипулятора по выборке с конвейера шатунов в определенном порядке.

### Перспективы развития проекта

Предложить использовать данный принцип подгонки веса шатунов в производстве завода «Барнаултрансмаш».

### Заключение

В результате проделанной работы мы разобрались в устройстве и принципах работы двигателя внутреннего сгорания. Подробно изучили конструкцию и работу действующей системы развесовки шатунов на заводе «Барнаултрансмаш». Создали действующий макет автоматизированной системы распределения шатунов по весовым группам, используя набор Lego Mindstorms EV3. Спроектировали и реализовали систему сортировки шатунов по весу, исключаящую процесс снятия металла с бобышек.

Продемонстрировали макет в действии технологам завода «Барнаултрансмаш». Получили экспертную оценку.

Доработали систему в соответствии с замечаниями технологов завода «Барнаултрансмаш».

Шатуны производятся методом горячей штамповки (ковки) и вероятны образцы, превышающие допустимый вес в 6,8 кг. В этом случае, чтобы не отправлять деталь в брак, всё же придется снять с неё лишний металл.

### Список использованных источников

1. Рабочая документация завода «Барнаултрансмаш».
2. Филиппов, С. А. Робототехника для детей и родителей / С. А. Филиппов. – Изд. 3-е. – Санкт-Петербург : Наука, 2013. – 320 с., ил.
3. Копосов, Д. Г. Первый шаг в робототехнику / Д. Г. Копосов. – Москва : Бинном: Лаборатория знаний, 2012. – 286 с., ил.
4. Образовательная робототехника во внеурочной деятельности младших школьников в условиях введения ФГОС НОО. – Челябинск, 2012.
5. Руководство пользователя LegoMindstormsEV3/Lego.com
6. Барнаултрансмаш [Электронный ресурс] : офиц. сайт. – Электрон. дан. – Барнаул, 2017. – Режим доступа: <http://www.barnaultransmash.ru/>. – Загл. с экрана.
7. Устройство автомобиля: двигатель внутреннего сгорания [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://autology.jimdo.com/>. – Загл. с экрана.

УДК 621.1

## РАЗРАБОТКА МАКЕТА ВЕТРОНАСОСНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОЛИВА

Лебедева Ксения Сергеевна  
Россия, Алтайский край, город Славгород  
МБОУ «Средняя общеобразовательная школа №15», 9 класс  
*e-mail: kcyunya.lebedeva775@gmail.com*

**Актуальность работы.** Мы живем в районе с засушливым климатом, где требуется большое количество воды для полива растений. Районы с недостаточным увлажнением

обычно имеют довольно интенсивный ветровой режим со скоростью ветра не менее 5 метров в секунду. В период засухи интенсивность ветрового режима усиливается, что дает возможность использовать энергию ветра для механического орошения.

**Цель:** исследовать технические характеристики ветронасосной установки и изучить возможность ее применения в домашних условиях для полива огорода.

**Методы исследования:** анализ, эксперимент, обобщение.

**Практическая значимость.** Конструкция ветронасосной установки несложная, что позволяет собрать действующую модель в домашних условиях из доступных и недорогих материалов.

**Ключевые слова:** растения, капельное орошение, скорость ветра, ветронасосные установки.

**Место выполнения работы.** Работа выполнена на базе МБОУ «Средняя общеобразовательная школа №15». Научный руководитель: Бабанина Наталья Анатольевна, учитель физики.

### Описание инновационной разработки

**Объект исследования:** ветронасосная установка для полива.

**Предмет исследования:** зависимость эффективности работы ветронасосной установки для полива от ветра.

#### Задачи

1. Изучить опубликованные экспериментальные и теоретические работы по сборке ветронасосной установки и их применения в области сельского хозяйства.

2. Опираясь на описание и подобные конструкции ветронасосной установки, разработать эскизы и собрать демонстрационную модель.

3. Исследовать технические характеристики собранной модели с целью оптимизации его параметров и соединения ее с системой капельного полива.

Мелкие перевозные ветронасосные агрегаты для механизации водоснабжения представляют большой хозяйственный интерес. К. А. Тимирязев придавал большое значение ветродвигателям в деле борьбы с засухой. В своей классической лекции «Борьба растения с засухой» в 1893 году он писал: «Если голландцы при помощи своих ветрянок борются с океаном, превращая море в сушу, если в наших городах различные усовершенствованные ветряные двигатели качают воду в верхние этажи домов, почему бы тот же ветер не мог бы поднять воду со дна оврагов до уровня полей? Почему не заставить его возвращать корням ту воду, которую он отнимает у листы?» [1].

Такой ветронасосный агрегат состоит из легкого ветродвигателя, насосного оборудования и приводной лебедки, при помощи которой качают воду, и может поднять в час до 1 кубического метра воды с глубины до 30 метров.

При решении вопросов использования ветродвигателей для орошения напрашивается мысль об устройстве около ветронасосной установки запасного водохранилища, из которого можно было бы подавать воду на орошаемые участки в периоды безветрия.

Таким образом, типовая схема оросительной системы с использованием ветродвигателя должна состоять из ветронасосной установки, расположенной возможно ближе к водоисточнику; нагнетательного трубопровода или лотка на эстакаде до водохранилища; резервного водохранилища и распределительной системы в виде открытых земляных каналов или труб.

Учитывая большой единовременный расход воды (до 800 кубических метров на гектар) при поливе, для целей орошения должны применяться более мощные универсальные ветродвигатели, которые можно использовать и на других работах после окончания поливного сезона.

При помощи многолопастного ветродвигателя ТВ-8 с диаметром ветрового колеса 8 метров, можно оросить участок площадью 5-6 гектаров. При этом ветродвигатель ТВ-8 может быть соединен как с поршневым насосом при значительных подъемах воды, так и с центробежным насосом при водозаборе из открытого водоема и при небольших высотах подъема воды. По данным академика А. Н. Костикова, изолированная ветронасосная установка с ветродвигателем Д-12 при работе с центробежным насосом может обеспечить орошение огородных культур на площади до 17 гектаров при наличии резервирующего водохранилища емкостью до 3000 кубических метров [3].

На базе мелких ветроэлектрических установок работают современные дрейфующие автоматические метеостанции, которые по несколько месяцев в жестоких полярных условиях находятся без какого-либо наблюдения и ухода.

Таковы широкие возможности использования мелких ветроэлектрических агрегатов с электрическим аккумулярованием.

Для облегчения полива огородов пожилым людям в сельской местности ветронасосную установку можно соединить с капельным поливом. Капельное орошение – метод полива, при котором вода подается непосредственно в прикорневую зону выращиваемых растений регулируемыми малыми порциями с помощью дозаторов-капельниц. Позволяет получить значительную экономию воды и других ресурсов (удобрений, трудовых затрат, энергии и трубопроводов). Капельное орошение также даёт другие преимущества (более ранний урожай, предотвращение эрозии почвы, уменьшение вероятности распространения болезней и сорняков). Так как в изученной нами литературе мы не нашли промышленных разработок для капельного полива на основе ветроэнергетической установки, мы решили разработать макет и исследовать его технические характеристики [2].

### Описание макета

Для изготовления ветронасосной установки для полива огорода сначала был сделан макет с целью изучения возможности выполнения полива огорода с минимумом затрат.

Для сборки макета нам понадобились: катушка от удочки-спиннинг, пластмассовый шприц с резиновым поршнем на 10 куб.м., две доски 20\*10\*1,5см, брусок, пластиковая упаковка, металлический подвес, саморезы, болт, гайка, две шайбы, пластиковая крышка от контейнера, термоклей (см. рис. 1).



Рисунок 1. Материалы для макета

Из инструментов нам потребовались: дрель, шуруповёрт, ножовка по металлу, ножовка по дереву, уровень, отвертка, клей-пистолет для горячего склеивания.

#### Сборка макета установки

Когда все материалы и инструменты были готовы, мы приступили к работе. Сначала взяли удочку, проверили рабочие свойства катушки. С помощью отвертки сняли колпак и ножовкой отпилили все не нужные нам детали.

Затем отпилили ручку, сделав ее короче, чтобы она не мешала лопастям двигаться, и с помощью саморезов прикрепили к доске.

Используя металлические подвесы, установили шприц, предварительно обрезав резиновый поршень для уменьшения трения. С помощью деревянного бруска зафиксировали местоположение.

К крышке пластиковой коробки прикрепили с помощью клеевого пистолета лопасти, которые вырезали из пластиковой крышки.

Оценка условий работы макета

Культура, которую планируем орошать – томаты.

Расстояние между оросительными лентами – 1,8 м.

Магистральный трубопровод – «LAYFLAT – 4».

Расстояние между эмиттерами – 0,3 м.

Расход воды на один эмиттер – 1,1 л/ч.

Для начала определяем максимальную ежедневную потребность в воде.

В Алтайском крае за максимальную ежедневную оросительную норму принимают 25 л/м<sup>2</sup>. Исходя из этого, производим предварительный расчет пропускной возможности водонасосной станции по формуле:

$$Q = \frac{25 \text{ л/м}^2 \cdot S}{T}$$

$Q = 25 \text{ л/м}^2 \cdot 200 \text{ м}^2 / 16 \text{ ч} = 0,3 \text{ м}^3/\text{ч}$ , где: Q – пропускная способность станции, м<sup>3</sup>/ч; S – планируемая площадь орошения, которая составляет 200 м<sup>2</sup>; T – планируемое время работы системы в сутки, 16 ч.

Затем производим расчет размеров поливочного блока:

$$S = \frac{Q_t \cdot L \cdot x}{10 \cdot q}$$

где: Q<sub>t</sub> – пропускная способность разводного трубопровода, м<sup>3</sup>/ч;  
L = 1,8 м. расстояние между оросительными трубками (смотри схему посадки), м.

x = 0,3 м. расстояние между эмиттерами оросительной трубки, м.

q = 1,1 л/ч. норма расхода воды одного эмиттера л/ч.

$$S = 0,3 \text{ м}^3/\text{ч} \cdot 1,8 \text{ м} \cdot 0,3 \text{ м} / 1,1 \text{ л/ч} = 0,15 \text{ м}^2$$

С учетом рассчитанной пропускной способности станции объем накопительной емкости должен составить не менее 6 м<sup>3</sup> для обеспечения необходимого давления в системе капельного полива [3].

При подъеме бака на высоту 2 метра давление в системе будет 0,2 атм., что достаточно для полива примерно 50 м<sup>2</sup>. Если площадь участка больше, при гравитационном способе подачи воды целесообразно разделить систему полива на секции и подавать воду в них поочередно, либо установить на каждую секцию отдельный бак. Решить проблему поможет также насос, повышающий давление, в этом случае его необходимо поддерживать (порядка 2 атмосфер).

Для обеспечения устойчивого давления в системе важны и такие факторы, как диаметр магистральных труб и капельных линий. Труба диаметром 25 мм позволит пропустить 1800 литров в час и полить участок около 100 квадратных метров. Минимально необходимый напор насоса для полива составляет 28 метров водяного столба, или 2.8 технических атмосфер (bar), или 272.4 кПа.

## Выводы

1. В процессе работы были выполнены чертежи, по которым была собрана демонстрационная модель. В конструкцию ветронасосной установки мы внесли следующие изменения: соединили ветронасосную установку с системой капельного полива, что позволило облегчить процесс полива.



Рисунок 2. Готовый макет

2. Технические испытания модели показали, что возможно выполнить ветронасосную установку и осуществлять полив без энергетических затрат.

#### Сравнение с существующими аналогами

В настоящее время существуют только ветронасосные установки, которые производятся для подъема воды из водоемов для полива больших площадей. Установок, совмещенных с капельным поливом в изученной нами литературе, мы не нашли.

Использование разработки: на основе данного макета возможна разработка поливной системы для небольшого участка.

#### Бизнес-привлекательность разработки

Устройство ветронасосной установки может быть собрано из недорогих и доступных материалов. Для обеспечения работы ветронасосной установки используется энергия из возобновляемых источников (энергия ветра).

#### Список использованных источников

1. Использование энергии ветра для орошения и электрификации [Электронный ресурс] // Детская энциклопедия. – Электрон. текст. дан. – Режим доступа: <http://de-ussr.ru/atmosf/energiya-vetra/oroshenie-vetroustanovkami.html>. – Загл. с экрана.
2. Лисовский, Н. В. Ветронасосная установка [Электронный ресурс] / Н. В. Лисовский. – Электрон. текст. дан. – Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/203/2030629.html>. – Загл. с экрана.
3. Ветронасос – установка для подъема воды [Электронный ресурс] // POLYSEN. – Электрон. текст. дан. – Режим доступа: <http://www.polyset.kz/?p=22>. – Загл. с экрана.
4. Капельный полив: устройство, принцип работы, монтаж. Схема капельного полива [Электронный ресурс] // FB.ru. – Электрон. текст. дан. – Режим доступа: <http://fb.ru/article/326458/kapelnyiy-poliv-ustroystvo-printsip-raboty-i-montaj-otzyivyi-shema-kapel'nogo-poliva>. – Загл. с экрана.
5. Виды ветродвигателей [Электронный ресурс] // AltEnergiya.ru. – Электрон. текст. дан. – Режим доступа: <https://altenergiya.ru/veter/vidy-vetrogeneratorov.html>. – Загл. с экрана.
6. Калькулятор расчета насоса для полива огорода [Электронный ресурс] // StroyDay.ru. – Электрон. текст. дан. – Режим доступа: <https://stroyday.ru/kalkulyatory/vodoprovod-i-kanalizaciya-kalkulyatory/kalkulyator-rascheta-napora-nasosa-dlya-poliva-ogoroda.html>. – Загл. с экрана.

УДК 338.46:376

## СОЗДАНИЕ ПАРКА РАЗВЛЕЧЕНИЙ ДЛЯ ДЕТЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Бауман Даниил Александрович  
Россия, Алтайский край, город Славгород  
МБОУ «Средняя общеобразовательная школа №15», 11 класс  
*e-mail: bauman-2001@mail.ru*

**Актуальность работы.** Количество детей с ограниченными возможностями здоровья (далее ОВЗ) ежегодно увеличивается. Согласно статистике, из 2,4 млн. человек, проживающих в Алтайском крае, по состоянию на 01.01.2016 имеют инвалидность 198215 человек (8,3% от общей численности населения края), из них 9918 – дети-инвалиды (5,0% от общей численности инвалидов). Почти 1020 тыс. человек (около 10,0% от общей численности инвалидов) имеют ограничения по зрению, слуху, поражения опорно-двигательного аппарата.

В работе был разработан бизнес-план парка развлечений для детей с ограниченными возможностями здоровья (далее ОВЗ).

Практическая значимость проекта: включение ребёнка с ОВЗ в социальную среду.

**Цель:** составить бизнес-план парка для работы с детьми с ОВЗ.

**Методы исследования:** опрос, анализ, моделирование.

**Ключевые слова:** ограниченные возможности здоровья, дети с ОВЗ, коррекционная работа, социализация, адаптация, парки развлечений, бизнес-план.

**Место выполнения работы.** Работа выполнена на базе МБОУ «Средняя общеобразовательная школа №15». Научный руководитель: Фатян Лидия Владимировна, учитель истории и обществознания МБОУ «СОШ №15».

Описание инновационной разработки

Согласно Федеральному закону от 24 ноября 1995 г. №181-ФЗ «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации», инвалид – это лицо, которое имеет нарушение здоровья со стойким расстройством функций организма, обусловленное заболеваниями, последствиями травм или дефектами, приводящее к ограничению жизнедеятельности и вызывающее необходимость его социальной защиты.

Ограничение жизнедеятельности – полная или частичная утрата лицом способности или возможности осуществлять самообслуживание, самостоятельно передвигаться, ориентироваться, общаться, контролировать свое поведение, обучаться и заниматься трудовой деятельностью.

В зависимости от степени расстройства функций организма и ограничения жизнедеятельности лицам, признанным инвалидами, устанавливается группа инвалидности, а лицам в возрасте до 18 лет устанавливается категория «ребенок-инвалид».

Проблема социализации и адаптации в обществе детей с ОВЗ в настоящее время стоит перед многими организациями. Сегодня в городе Славгороде мало организаций, которые полностью предоставляют возможность социализации для таких детей.

Организации, работающие с детьми с ОВЗ в г. Славгороде

– КГБСУСО «Комплексный центр социального обслуживания населения города Славгорода», был создан по инициативе администрации города 22 июня 2001 г. Все услуги, предоставляемые данной организацией, платные.

– Базовые школы по работе с детьми с ОВЗ (приказ № 475 комитета администрации г. Славгорода Алтайского края по образованию): МБОУ «СОШ №10», МБОУ «Знаменская СОШ», МКОУ «Пригородная СОШ». Школы расположены по географическому признаку для удобного способа добираться до них.

### Результат общественного опроса

Был проведен опрос родителей детей с ОВЗ г. Славгорода, в опросе приняли участие 98 человек. Также был проведен опрос сотрудников и учащихся МБОУ «СОШ №15», в опросе приняли участие 1010 человек.

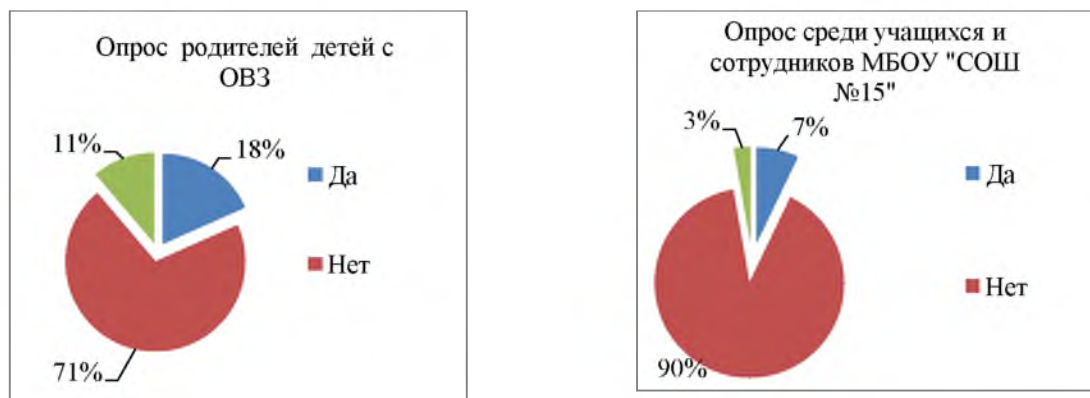


Рисунок 1. Распределение ответов на вопрос «Достаточно ли в г. Славгороде благоприятных зон для детей с ОВЗ?»



Рисунок 2. Распределение ответов на вопрос «Имеется ли у вас возможность посещать с ребёнком парк?»

Вывод: таким образом, выявлено: 80% опрошенных утверждают, что на территории г. Славгорода нет благоприятных зон для детей с ОВЗ или их не хватает. Результаты общественного опроса показывают необходимость постройки парков такого типа, т. е. существует спрос.

Так как организаций, занимающихся дополнительным образованием детей в г. Славгороде достаточно много, однако, не все организации работают с детьми с ОВЗ, таким образом, мы имеем небольшую конкуренцию на рынке подобных услуг.

Создание парка развлечений для детей с ОВЗ способствует их адаптации, улучшению здоровья (в г. Славгороде проживают 45186 человек из них инвалидов 3062, детей 186, с детским церебральным параличом (ДЦП) – 32, колясочников – 27).

### Бизнес-план

Цель плана: создание парка развлечений для детей с ОВЗ.

Задачи плана

1. Социализация и адаптация детей с ОВЗ в обществе.
2. Создание благоприятной среды для детей с ОВЗ.
3. Привлечение к совместной деятельности в рамках проекта благотворительных фондов и социально активных людей.

## Виды товаров и услуг

Предполагается, что парк «Играем вместе» будет работать в течение всего года, детям с ограниченными возможностями здоровья будет предоставлена возможность пользоваться теми аттракционами, которыми пользуются и здоровые дети. Все аттракционы созданы с учетом специфических особенностей таких посетителей. Аттракционы дадут возможность контакта и дальнейшей социализации детей – играя вместе (общаясь, обучаясь). Кроме того, в парке планируется арендовать крытое помещение, где будут проходить мастер-классы по декоративно-прикладному творчеству, выставки и мероприятия. Руководители совместно с детьми могут изготавливать поделки-сувениры своими руками. Всё это даст возможность детям развиваться всесторонне, здоровым детям – быть толерантными, понимать, что все мы разные и принимать окружающих такими, как есть. Детям с ОВЗ получают возможность общаться со сверстниками, получить опыт коммуникативирования, развивать личностные качества [1].

### План маркетинга

Славгород – провинциальный, среднестатистический город России, где средний уровень зарплаты равен 15000 рублей. На начальном этапе цены на пользование услугами будут установлены ниже уровня текущих цен и будут доступными для людей с низким и средним уровнем доходов.

С целью содержания оборудования будет введена почасовая оплата. Парк работает с 9.00 до 21.00, перерыв с 12.00 до 14.00, рабочих дней в месяце – 22, стоимость 1 часа с марта по сентябрь, октябрь-февраль составит 150 рублей (детям – инвалидам 75 рублей), зимой – 100 рублей (детям-инвалидам 50 рублей), в эту стоимость входит работа творческого кружка. В летний период, в сезон отпусков, отдыхающие, приехавшие из других городов, также имеют возможность посещать парк. В среднем за летний период в город приезжают примерно до 30000 отдыхающих с детьми, среди которых детей с ОВЗ примерно до 3%. Это позволит парку увеличить проходимость. Из-за большого спроса на услуги в летний период цены могут варьироваться [2]. Для успешной работы парка и постоянного привлечения посетителей необходимо проводить рекламу, стоимость которой просчитывается на 1 месяц.

Таблица 1

### Рекламная деятельность

Вид рекламы	Рекламное агентство	Эффективность
Радиореклама	Реклама на радио «Траст», «Русское радио», ежедневно в течение 2 недель	Охватывает близлежащие районы (Кулундинский, Немецкий национальный район, Табунский, Славгородский, Бурлинский, Хабарский)
Реклама в СМИ	Рекламные объявления в газетах «Соседи», «Славгородские вести», ежедневно в течение 2 недель	Охватывает близлежащие районы (Кулундинский, Немецкий национальный район, Табунский, Славгородский)
Рекламный щит	Разместить рекламный щит в г. Славгороде (рекламное агентство «Славгород»)	Ограниченное число потребителей
Реклама на ТВ	Телеканал «Траст-регион», ежедневно в течение недели	Охватывает близлежащие районы (Кулундинский, Немецкий национальный район)

### Расположение парка

Местом для расположения парка развлечений «Играем вместе» выбран городской парк г. Славгорода, площадь парка развлечений 300 м<sup>2</sup>. Выбрано место по следующим критериям:

- удобное расположение, хорошая транспортная развязка;



- большая территория;
- отдалённость от проезжей части, промышленных объектов (безопасность детей);
- положительные отзывы населения.

Вывод: городской парк находится в центре города, рядом с парком проходят автобусные маршруты, что позволит быстро и удобно добираться до него, парк большой, отдалён от проезжей части и промышленных объектов. По общему мнению, городской парк – лучшее место для возведения парка развлечений «Играем вместе».

#### Финансовый план

Так как данное ИП входит в список льготных, то к нему может быть применена упрощенная система налогообложения. В качестве объекта налогообложения предполагается выбрать доходы. Ставка налога при данном объекте налогообложения – 6% налогооблагаемой базы [3].

Таблица 2

#### Необходимое оборудование для устройства парка

Оборудование	Цена	Примечание
Игровой комплекс для детей с ОВЗ	552200 руб.	Комплекс оборудован, имеет специальный пандус для удобного заезда на коляске.
Песочница (x 2)	62500 руб.	Песочница имеет специальную высоту, что бы было комфортно, как подъезжать и играть детям на коляске, так и здоровым детям. Песочница имеет специальный тент для защиты от атмосферных осадков.
Тренажер-роллер	70000 руб.	Позволяет комфортно и главное безопасно заниматься на тренажере, перемещая свое тело по крутящимся роликам. Высота рассчитана на комфортный подъезд к тренажеру и при помощи пересесть на него.
Карусель	65000 руб.	Карусель монтируется вровень с землей, что позволяет беспрепятственно заезжать на нее на коляске. Так же карусель оснащена поручнями, которые легко поднять при заезде и опустить, когда находишься на карусели.
Качели (x 2)	75400 руб.	Качели снабжены откидывающимся пандусом для заезда в коляске. На качелях установлен фиксатор с защелкой для предотвращения выкатывания коляски. А так же предусмотрен специальный механизм, держась за который ребенок самостоятельно себя качает.
Итого:		963000 руб.

Таблица 3

#### Текущие затраты

Виды затрат	Парк развлечений	Творческая мастерская
Материалы для творчества (цветная бумага и картон, ножницы, клей, песок, пластилин, тесто, глина, краски)	10000 руб.	10000 руб.
Расходы на зарплату сотрудников и оплата отчислений с з/п сотрудников (пенс., мед., соц. страхование)	144300 руб.	93600 руб.
Аренда помещения (200м <sup>2</sup> )	55000 руб.	55000 руб.
Коммунальные платежи	20000 руб.	20000 руб.
Аренда муниципальной земли	2000 руб.	2000 руб.
Реклама	40000 руб.	40000 руб.
Затраты на содержание оборудования	10000 руб.	10000 руб.
Налоги	30195 руб.	20130 руб.
Итого:	311495 руб.	250730 руб.

Таблица 4

## Капитальные затраты

Виды затрат	Парк развлечений	Творческая мастерская
Закупка оборудования	963000 руб.	20000 руб.
Благоустройство территории	25000 руб.	10000 руб.
Доставка оборудования	25000 руб.	3000 руб.
Сборка оборудования	50000 руб.	5000 руб.
Итого	1063000 руб.	38000 руб.

Таблица 5

## Посещаемость

Месяц	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сент.	Итого
Здоровые дети	2090	2640	2970	3080	3300	2860	2640	19580
Дети с ОВЗ	88	110	132	176	198	176	110	990
Выручка (руб.)	320100	404250	455400	475200	509850	442200	404250	3011250

Таблица 6

Месяц	Январь	Февраль	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Итого
Здоровые дети	1760	1980	2200	1980	1870	9790
Дети с ОВЗ	66	88	105	88	66	413
Выручка (руб.)	179 300	202 400	225 250	202 400	190 300	999 650

Таблица 7

## Финансовый план реализации проекта

Показатели	1 год	2 год	3 год
Себестоимость	3434115 руб.	3439500 руб.	3444312 руб.
Выручка	4010900 руб.	4100650 руб.	4180860 руб.
Прибыль	576785 руб.	661150 руб.	736548 руб.
Налоги	240654 руб.	246039 руб.	250851 руб.
Рентабельность	14%	16%	18%

Вывод: проведенные финансовые расчеты показали, что инвестиционные затраты на создание парка окупятся через год работы парка.

Таким образом, что данный бизнес-план может быть реально осуществлен, проект привлекателен для потенциальных инвесторов, что свидетельствует о целесообразности его дальнейшего развития.

## Возможные источники финансирования

Для существования и содержания парка «Играем вместе» для детей с ОВЗ необходимы денежные средства и одними из альтернативных вариантов мы считаем:

- спонсорскую помощь (меценатство) в лице предпринимателей города района;
- Алтайское краевое отделение Общероссийского общественного благотворительного фонда «Российский детский фонд». Фонд реализует 14 программ, в том числе: «Нет детскому туберкулёзу!», «Детский церебральный паралич», «Глухие дети», «Срочная социальная помощь», «Духовная защита детей и подростков» и другие;
- Благотворительный фонд «Добрые дела» – это некоммерческая, добровольная, волонтерская организация по оказанию помощи детям. Фонд осуществляет разработки и

реализации благотворительных программ для детей с ОВЗ, а так же детям-сиротам, семьям, оказавшимися в трудной жизненной ситуации;

– в городе Славгороде действует программа «Развитие и поддержка малого и среднего предпринимательства в муниципальном образовании город Славгород на 2015-2020 годы», одной из задач которой является поддержка начинающих предпринимателей.

### Организационный план

Наиболее подходящей организационно-правовой формой для регистрации данного предприятия является ИП, а это значит, что з/п сотрудников должна быть равна не менее 9215 рублей согласно законодательства РФ [4]. Предприниматель не может выполнять одновременно несколько обязанностей организации, поэтому необходимо рассмотреть штат работников парка. Для нормальной работы парка необходимо минимум 10 человек.

Таблица 8

### Штат работников парка

Должность	Кол-во	Зарплата в месяц	Отчисления с з/п
Администратор	1	15000 руб.	4500 руб.
Организатор	2	10000 руб.	6000 руб.
Художник-декоратор	1	14000 руб.	4200 руб.
Психолог-организатор	1	14000 руб.	4200 руб.
Медицинский работник	1	10000 руб.	3000 руб.
Слесарь-ремонтник	1	9500 руб.	2850 руб.
Охранник	2	9500 руб.	5700 руб.
Дворник	1	9500 руб.	2850 руб.
Итого		111000 руб.	33300 руб.

В зимний период парк не работает из-за природно-климатических условий. Но будет действовать «Творческая мастерская», расположенная в здании, находящемся в близости от парка на правах аренды. Художник-декоратор, психолог-организатор, администратор, охранник будут работать в течение всего года, для ведения финансовой деятельности планируется привлечь проходящего бухгалтера. Так же есть возможность временной замены сотрудников парка (на время отпусков) на студентов, проходящих практику в г. Славгороде из Славгородского педагогического колледжа (по договору с образовательным учреждением).

Рассмотрим основные возможные риски с указанием вероятности их возникновения [5].

Таблица 9

### Оценка рисков

Виды рисков	Вероятность их возникновения
Материальный ущерб	Высокая (возможен брак в изготовлении оборудования парка) (15%)
Природные риски	Средняя (10%)
Превышение расчетной цены проекта	Низкая (5%)
Финансовые риски	Низкая (5%)

Вывод: таким образом, наибольшую опасность представляет материальный ущерб, связанный со сложностью изготовления оборудования и его содержания.

## Заключение

Разработанный бизнес-план показывает перспективы развития данного бизнеса. Проведённые финансовые расчёты показали, что бизнес, при благоприятных условиях, может обеспечить 14% рентабельности в первый год работы.

В ходе анализа, рассматривая деятельность предпринимательства в городе Славгороде, мы выявили, что сфера такого рода услуг отсутствует.

Выявив экономическую нишу, мы создали проект «Парк развлечений для детей с ОВЗ «Играем вместе». Это выгодный и рентабельный проект, который решит многие задачи для инфраструктуры небольшого провинциального города, а так же создаст дополнительные рабочие места.

### Сравнение с существующими аналогами

Данных экономических проектов в г. Славгороде нет, а значит проект эксклюзивен и нов. Сегодня в городе Славгороде мало организаций, которые полностью предоставляют возможность социализации для детей с ОВЗ.

### Бизнес-привлекательность разработки

Проведенные финансовые расчеты показали, что данный бизнес-план может быть реально осуществлен, таким образом, инвестиционные затраты на создание парка окупятся через год работы парка. Данный проект привлекателен для потенциальных инвесторов и это свидетельствует о целесообразности дальнейшего его развития.

### Список использованных источников

1. Баринов, В. А. Бизнес-планирование : учебное пособие / В. А. Баринов. – 3-е изд. – Москва : ФОРУМ, 2009. – 256 с.
2. Бизнес-планирование : учебник для вузов / под ред. В. М. Попова, С. И. Ляпунова, С. Г. Млодика. – Москва : Финансы и статистика, 2012. – 816 с.
3. Головань, С. И. Бизнес-планирование / С. И. Головань. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2009. – 363 с.
4. Липсиц, И. А. Бизнес-план – основа успеха : практическое пособие / И. А. Липсиц – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Дело, 2012. – 112 с.
5. Платонова, Н. А. Планирование деятельности предприятия / Н. А. Платонова, Т. В. Харитонова. – Москва : Дело и сервис, 2005. – 432 с.

## ТАКТИЛЬНО-АУДИАЛЬНАЯ ПЕРЧАТКА-ТРЕНАЖЕР ДЛЯ РЕАБИЛИТАЦИИ ПОСЛЕ ИНСУЛЬТА

Юркина Софья Никитична

Россия, Алтайский край, город Барнаул

МБУ ДО «Центр детского (юношеского) технического творчества» Ленинского района

*e-mail: mbudo.cdyt@barnaul-obr.ru*

*Чаще всего мир пытаются вылечить больные люди.*

*Аркадий Давидович,*

*русский писатель, актёр, художник, афорист*

**Аннотация.** Инсульт представляет собой повреждение нейронных систем в мозге. На данный момент существуют специальные устройства и упражнения, которые борются с постинсультной статичностью и направлены на восстановление утраченных функций. После перенесенного инсульта поражение мелкой моторики рук – одна из главных проблем. Длительно обездвиженные мышцы перестают быть эластичными, растёт тонус мышц, который приводит к тому, что определенные группы мышц у человека находятся в состоянии постоянного напряжения. Тонус нарастает при попытке напрячь мышцы и мешает совершить пассивное движение.

Тренажер-перчатка может заставить мышцы пребывать в постоянном тонусе. Конечно, она не вылечит пораженную часть мозга, но даст толчок для самовосстановления и дальнейшей реабилитации. Помогает выпрямить пальцы и вновь сжать в кулак, стимулирует мышцы как в активном, так и в пассивном состоянии. Если сустав длительное время неподвижен, развивается контрактура (ограничение пассивных движений в суставе), что также препятствует восстановлению двигательной активности конечности. Устройство легко крепится к руке и является хорошим подспорьем в разработке пальцев кисти рук. Чем раньше начать заниматься, тем выше шансы на восстановление утраченных функций.

**Ключевые слова:** инсульт, детский инсульт, робототизированные тренажеры, перчатка-тренажер

**Место выполнения работы.** Работа выполнена на базе МБУ ДО «ЦД(Ю)ТТ». Научные руководители: Королева Татьяна Николаевна, педагог дополнительного образования; Юрченко Владимир Алексеевич, педагог дополнительного образования

### Введение

Инсульт – острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК), является самым опасным нарушением мозгового кровообращения, угрожающим жизни человека. Несмотря на то, что распространенность острых сосудистых нарушений в головном мозге и смертность от них достаточно велики, современная медицина обладает теми необходимыми методами лечения, которые позволяют многим больным остаться в живых. Что же потом? Как правило, большинство перенесших инсульт навсегда остаются инвалидами, а степень восстановления утраченных функций полностью зависит от своевременной, грамотной и комплексной реабилитации.

Инсульт представляет собой повреждение нейронных систем в мозге. На данный момент существуют специальные устройства и упражнения, которые борются с постинсультной статичностью и способствуют восстановлению утраченных функций. После перенесенного инсульта поражение мелкой моторики рук – одна из главных проблем. Длительно обездвиженные мышцы перестают быть эластичными, растёт тонус мышц, ко-

торый приводит к тому, что определенные группы мышц у человека находятся в состоянии постоянного напряжения. Тонус нарастает при попытке напрячь мышцы и мешает совершить пассивное движение.

Тренажер-перчатка может заставить мышцы пребывать в постоянном тонусе. Конечно, она не вылечит пораженную часть мозга, но даст толчок для самовосстановления и дальнейшей реабилитации. Помогает выпрямить пальцы и вновь сжать в кулак, стимулирует мышцы, как в активном, так и в пассивном состоянии. Если сустав длительное время неподвижен, развивается контрактура (ограничение пассивных движений в суставе), что также препятствует восстановлению двигательной активности конечности. Устройство легко крепится к руке и может стать хорошим подспорьем в разработке пальцев кисти рук. Чем раньше начать заниматься, тем выше шансы на восстановление утраченных функций.

**Цель:** создание перчатки для детей, перенесших инсульт.

**Задачи**

1. Изучить конструкцию и работу существующих реабилитационных перчаток-тренажеров.
2. Создать действующую перчатку-тренажер на основе доступных электронных компонентов.
3. Создать программу для воспроизведения звуков.
3. Протестировать работу устройства в действии.
4. Выявить степень эффективности применения тренажера на практике и сравнить с результатами других тренажеров.

**Объект исследования:** пользователь – использующий перчатку ребенок.

**Предмет исследования:** эффективность реабилитационного процесса на основе сконструированного роботизированного тренажера.

**Методы исследования:** наблюдение, сравнение, анализ.

**Практическая значимость** состоит в том, что разработанный тренажер будет способствовать восстановлению мелкой моторики рук и, в теории Фреда Гейджа, помогать восстановлению нейронных связей мозга пациента.

**Наглядность:** техническое средство, направленное на реабилитационные мероприятия для детей, перенесших инсульт.

## Реабилитация после инсульта

Реабилитация после инсульта – это процесс и система медицинских, психологических, педагогических, социально-экономических мероприятий, направленных на устранение или как можно более полную компенсацию ограничений жизнедеятельности, вызванных нарушением здоровья со стойким расстройством функций организма. Длительный этап в жизни человека, перенесшего тяжелейшую болезнь, который требует огромного терпения и внимательности от медицинских работников, родственников и просто окружающих людей.

Как известно, головной мозг регулирует работу всего человеческого организма, и повреждение любого его участка самым негативным образом влияет на функциональные способности. При инсульте прекращается кровоснабжение определенной части мозга, что ведет к гибели клеток его ткани. Выделяется 2 типа патологии: ишемический и геморрагический инсульт. При ишемической разновидности (наиболее распространенной) происходит закупорка сосудов, блокируется кровяной поток. Геморрагический вариант характеризуется разрывом сосудов и кровоизлиянием крови в мозговые ткани. Блокирование кровоснабжения вызывает гибель клеток в результате отсутствия кислорода, формируется отек мозга, как показано на рисунке 1.

**Ишемический инсульт**

Сгусток крови блокирует доступ крови к части мозга

**Геморрагический инсульт**

Кровотечение возникает внутри или вокруг ткани мозга

Рисунок 1. Два типа патологии: ишемический и геморрагический инсульт

Дисфункции внутренних органов при инсульте зависят от локализации пораженного участка. После поражения у человека может нарушиться восприятие любой информации об окружающем мире, подвижность конечностей и координация движений, процесс глотания, способность и регулирование мочеиспускания и дефекации. Больной может потерять слух, зрение, способность говорить, утратить память и способность логического мышления. Он может потерять способность контроля эмоций. Когда произошел инсульт, реабилитация направлена на восстановление пораженных тканей мозга и нормализацию функций внутренних органов, которые были нарушены при поражении головного мозга.

При нарушении мозгового кровообращения в определенном полушарии головного мозга у больного проявляются разные признаки нервного расстройства, как показано на рисунке 2.



Рисунок 2. Признаки нервного расстрой при нарушении мозгового кровообращения в определенном полушарии головного мозга

При проведении восстановительных мероприятий нужно честно сознавать, что возможности реабилитации зависят от степени поражения мозга, и порой полное излечение невозможно. Погибшие клетки не восстанавливаются, а нормализация работы мозга осуществляется за счет уцелевших нейронов, которые имеют определенный резерв, способный компенсировать утрату других нейронов. Если поражение не имеет катастрофических последствий, то реабилитационные мероприятия позволяют мобилизовать резерв неповрежденных клеток и восстановить работоспособность мозга.

Реабилитация после инсульта включает в себя комплекс медицинских, психологических, педагогических и социальных процедур. Все они направлены на восстановление утраченных функций организма, возврат полной самостоятельности, собственного обслуживания и адаптацию больного человека в обществе.

Когда произошел геморагический или ишемический инсульт, основная реабилитация осуществляется в домашних условиях. Она занимает длительный период, но процедуры должны продолжаться постоянно с максимальным участием близких людей. Если возник инсульт, реабилитация в домашних условиях обеспечивает полное восстановление, и только терпеливое выполнение всех рекомендаций дает шанс на выздоровление. Одна из первых задач реабилитационных мероприятий – возвращение человеку двигательной способности, что дает возможность самообслуживания и самостоятельного продолжения лечения. Основным способ – кинезотерапия, основанная на применении специальной лечебной физкультуры. В задачи ЛФК входит восстановление контроля равновесия, подвижности суставов, мышечного тонуса и мышечной силы, способности передвижения и самообслуживания. В специализированных центрах возможности ЛФК расширяются за счет использования электростимуляции нервно-мышечной системы и метода биологической обратной связи.

### Сравнение существующих перчаток для реабилитации

После того, как возникла идея, мы начали искать информацию о уже существующих перчатках для реабилитации. Оказалось, что эта тема уже не один год активно развивается. Существуют различные тренажеры, от простых до роботизированных, последние и представляли для нас самый большой интерес. Все тренажеры были разработаны с учетом того, что пострадавший человек был психически сохранным и зрячим.

Сравним самые простые тренажеры для восстановления активных движений в пальцах, помогающие снять напряжение кисти руки и дающие возможность манипулировать пальцами.

1. Исследователи из Университета Хартфордшира (Великобритания) вместе со своими партнерами из других центров Европы разработали прототип роботизированной перчатки для реабилитации пациентов, которые перенесли инсульт. Устройство записывает результаты упражнений и отправляет их врачу по беспроводной связи для контроля. Хотя занятия проводятся на дому самостоятельно, сохраняется обратная связь со специалистом, который контролирует реабилитацию онлайн и вносит коррективы. Учитывая хорошие результаты испытаний, исследователи планируют продолжить свой проект и улучшить исходы.

2. Компания Neofest показала на выставке CES 2017 свою «умную» перчатку Rarael, предназначенную для помощи людям, перенесшим инсульт, восстанавливать возможности пострадавшей руки. Перчатка используется как контрольный механизм в играх при физиотерапии и работает вместе с планшетом на базе Android, Она надевается на пострадавшую руку пользователя и для ее контроля использует датчики движения и позиционирования на пальцах и запястье. Приложение, к которому устройство подключено при помощи Bluetooth, «проводит» пациента через череду игровых и активных сцен, позволяющих тренировать мышцы руки или кисти.



3. Ученые из университета ИТМО (Санкт-Петербург) разработали роботизированную перчатку, которая помогает пациентам в реабилитации после инсульта. С помощью этой перчатки люди, перенесшие инсульт, будут восстанавливать мелкую моторику рук. Перчатка сгибает и разгибает пальцы для поддержания тонуса мышц. Изделие дополнено компьютерной программой с разными режимами тренировки.

4. Gloveha – роботизированная перчатка для восстановления активных движений в пальцах, позволяет работать одновременно всеми пальцами последовательно или отдельно каждым пальцем.

5. Студент из Гомеля сделал супердешевую перчатку-массажер для реабилитации после инсульта. Разработчик совместил резиновую перчатку с простейшим компьютером и аккумулятором. Получившееся устройство проводит гимнастику для пальцев, сокращая и разжимая их.

Сравнение роботизированных перчаток приведено в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительный анализ роботизированных перчаток

№	Роботизированная перчатка	Достоинства разработки	Недостатки разработки
1.		Помогает восстанавливать возможности пострадавшей руки. Записывает результаты упражнений и отправляет их врачу по беспроводной связи для контроля	Цена, доступность. Работа только с ПК
2.		Помогает восстанавливать возможности пострадавшей руки	Цена, доступность. Работа только с ПК или планшетом
3.		Помогает восстанавливать мелкую моторику рук	Цена, доступность. Работа только с ПК
4.		Позволяет работать одновременно всеми пальцами последовательно или отдельно каждым пальцем	Цена, доступность. Работа только с ПК
5.		Проводит гимнастику для пальцев, сокращая и разжимая их	Громозкость. Работа только с ПК

#### Собственная разработка перчатки

##### 1 этап. Проектирование

На этом этапе работы была продумана конструкция будущего устройства: как будут крепиться датчики, отвечающие за считывание силы сгиба; плата microbit и плата расширения; как удобнее расположить и подключить портативную колонку.

##### 2 этап. Конструирование

Перчатка-тренажер сделана на основе текстильной перчатки, подобранной под размер руки пациента и следующих деталей Arduino:



Рисунок 3. Датчики изгиба Flexsensor 2,2



Рисунок 4. Плата microbit

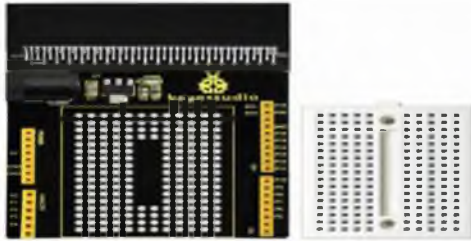


Рисунок 5. Плата расширения keystudio для microbit



Рисунок 6. Резисторы по 4,7 кОм с мощностью 0,25



Рисунок 7. Провода

Схема подключения представлена на рисунке 8.

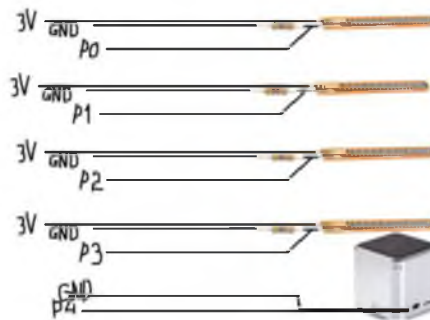


Рисунок 8. Схема подключения

Собранный тренажер визуально представлен на рисунке 9.



Рисунок 9. Собранный тренажер

Особенность изготовленного нами тренажера заключается в отсутствии подключения к ПК. Перчатку можно использовать в любом месте, время работы зависит от мощности используемого аккумулятора.

#### 4 этап. Программирование

Использован LavaScriptBlockEditor как простой и удобный язык для программирования выбранной платы.

Перед программированием составила таблицу значений с датчика.

Таблица 2

Значения с датчика

Состояние	Порт			
	P4	P1	P2	P3
Покой	100	4	324	583
Загиб	159	6	775	760

По данным таблицы была создана программа.

#### Описание работы программы

При старте записываются данные с датчиков в состоянии покоя в переменные `osnova\2\3\4`. После, уже в цикле, записываются данные с датчиков на текущий момент в другие переменные `ukaz\sred\bezim\mizin`. После сравниваются округлённые значения данных переменных с округлёнными значениями переменных с начала (у некоторых датчиков мы округлили до сотен (P2 и P3), P0 округлили до десятых, а P1 вообще не округляли). Если Они больше, звучит определённая нота.

Текстовая программа:

```
let bezim = 0
let sred = 0
let osnova4 = 0
let osnova3 = 0
let ukaz = 0
let osnova2 = 0
let osnova = 0
let mizin = 0
basic.clearScreen()
osnova = pins.analogReadPin(AnalogPin.P4)
osnova2 = pins.analogReadPin(AnalogPin.P1)
osnova3 = pins.analogReadPin(AnalogPin.P2)
osnova4 = pins.analogReadPin(AnalogPin.P3)
basic.forever(() => {
  mizin = pins.analogReadPin(AnalogPin.P4)
  if (((mizin - mizin % 10) / 10 > (osnova - osnova % 10) / 10) {
    music.playTone(262, music.beat(BeatFraction.Whole))
  } else {
    basic.clearScreen()
  }
  ukaz = pins.analogReadPin(AnalogPin.P1)
  if (ukaz > osnova2) {
    music.playTone(294, music.beat(BeatFraction.Whole))
  } else {
    basic.clearScreen()
  }
  sred = pins.analogReadPin(AnalogPin.P2)
  if (((sred - sred % 100) / 100 > (osnova3 - osnova3 % 100) / 100) {
    music.playTone(330, music.beat(BeatFraction.Whole))
  } else {
    basic.clearScreen()
  }
}
```

```

    }
    bezim = pins.analogReadPin(AnalogPin.P3)
    if ((bezim - bezim % 100) / 100 > (osnova4 - osnova4 % 100) / 100) {
    music.playTone(349, music.beat(BeatFraction.Whole))
    } else {
    basic.clearScreen()
    }
  })
})

```

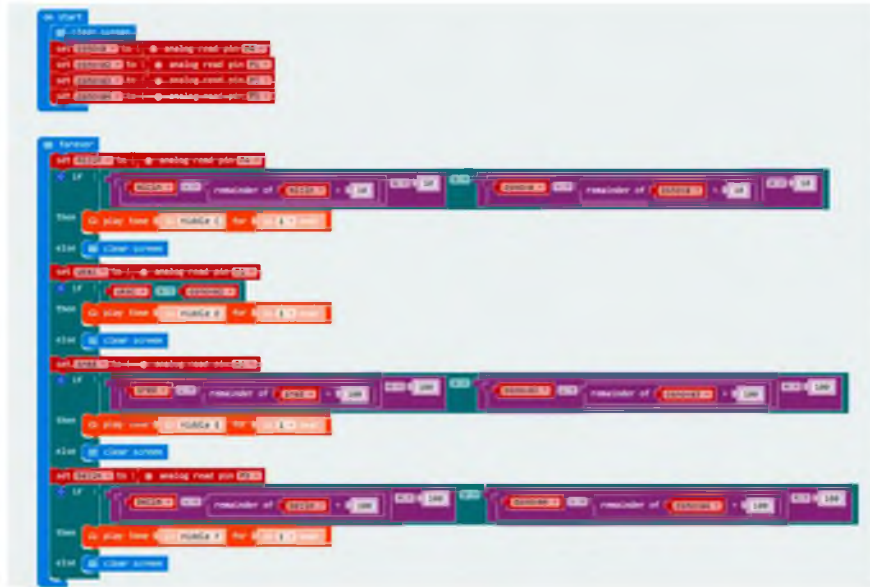


Рисунок 10. Эффективность применения перчатки-тренажера

Все существующие тренажеры разработаны с учетом того, что пострадавший человек психически сохраненный. Не нашли тренажеров для детей, чей головной мозг пострадал в раннем возрасте. Наша гипотеза заключается в том, что благодаря перчатке можно восстановить некоторые нейронные сети головного мозга и дать возможность дальнейшего психического и эмоционального развития. Эффективность представленной модели в том, что она, в теории, должна развивать не только моторику пальцев рук, но и стимулировать восстановление функций коры головного мозга.

Испытания перчатки проводились с ребенком двенадцати лет, который в годовалом возрасте перенес межжелудочковый геморрагический инсульт. До и после испытания ребенку измеряли пульс. Результаты испытания в таблице 3.

Таблица 3

#### Результаты испытания

№	Пульс до игры	Время	Пульс после игры	Правая рука	Левая рука	Примечания
1.	86	10 минут	89	Активно сжимает и разжимает пальцы. На звук реагирует голосом.	Пальцы самостоятельно не сжимают. На звук от принудительного сжатия реагирует активно.	Замер, услышав звук, активно замахал рукой и завертел головой.
2.	88	12 минут	94	Активно сжимает и разжимает пальцы. На звук реагирует голосом.	Пальцы самостоятельно не сжимают. На звук от принудительного сжатия реагирует.	Общался при игре. Двигательная активность возросла.

К сожалению, испытуемый ребенок долгое время восстанавливался после хирургического вмешательства, и собрать больше данных за короткий период не удалось. Но даже после двукратного применения тренажера, можно увидеть, что занятия не приносят испытуемому дискомфорт, наоборот – позитивно влияют на психологическое состояние. Ребенок реагировал на звуки голосом, улыбался и активно откликался на новую игру. Планируем дальше применять игровое обучение, чтобы собрать больше статистических данных.

### Заключение

Игра имеет большое значение в жизни ребенка, такое же, как у взрослого деятельность, работа, служба. Игровое обучение может быть единственным в образовательной работе с детьми. Оно формирует способности учиться и развивает познавательную активность ребенка.

Использование перчатки-тренажера в игровом процессе способствует развитию познавательных интересов, мыслительных процессов и положительной мотивации к обучению испытуемого. Отсюда следует, что использование перчатки является частью обучающего и восстанавливающего процесса.

Таким образом, задачи, поставленные в начале работы, нами были решены, цель исследования достигнута, практическая значимость подтверждена.

### Список использованных источников

1. Спастика мышц и ее лечение [Электронный ресурс] // Профилактика и лечение инсульта. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://stopinsult.ru/spastika-myshc-i-ee-lechenie.html> – Загл. с экрана.
2. Реабилитационные тренажеры для восстановления после инсульта [Электронный ресурс] // Podkova66.ru. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://podkova66.ru/> – Загл. с экрана.
3. Реабилитация после инсульта: основные правила [Электронный ресурс] // Антиродинка. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://antirodinka.ru/reabilitatsiya-posle-insulta-osnovnie-pravila> – Загл. с экрана.
4. Роботизированная перчатка для реабилитации после инсульта [Электронный ресурс] // Medbe.ru. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://medbe.ru/novinki/robotizirovannaya-perchatka-dlya-reabilitatsii-posle-insulta/> – Загл. с экрана.
5. Умная перчатка для реабилитации после инсульта [Электронный ресурс] // Мобильные технологии здоровья. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://evercare.ru/rarael>. – Загл. с экрана.
6. Перчатка для восстановления мелкой моторики [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://tass.ru/nauka/2239563>. – Загл. с экрана.
7. Роботизированная перчатка [Электронный ресурс] // Медицина и новые технологии. – Электрон. дан. – Самара, 2011. – Режим доступа: <http://www.mednt.ru/catalog/reabilitaciya-posle-insulta/robotizirovannaya-terapiya/gloreha/>. – Загл. с экрана.
8. Перчатка студента из Гомеля [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://allnokia.ru/news/282302/>. – Загл. с экрана.
9. Сенсорная интеграция и мы [Электронный ресурс] // Ассоциация специалистов сенсорной интеграции. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://sensoricinru.wordpress.com/>. – Загл. с экрана.
10. Термин «инсульт» [Электронный ресурс] // Википедия. – Электрон. дан. – [Москва, 200-]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Инсульт>. – Загл. с экрана.

11. Нарушение мозгового кровообращения у детей [Электронный ресурс] // StudFales. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/4311017/page:30/>. – Загл с экрана.

12. Мозг и сознание [Электронный ресурс] // Нейробиология XXI века. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://publ.lib.ru>. – Загл с экрана.

13. Лечение гипертонии [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://davlenie.lechenie-gipertoniya.ru/infarkt/insult-i-infarkt-v-chem-otlichiya/>. – Загл с экрана.

14. Характеристика геморрагического инсульта [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://okardio.com/insult/gemorragicheskij-002.html#b>. – Загл с экрана.

УДК 621.914

## ФРЕЗЕРНЫЙ СТАНОК С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Болбуков Данил Евгеньевич  
Россия, Алтайский край, город Барнаул  
МБОУ «Лицей №112», 10 класс  
*e-mail: mou112@mail.ru*

**Аннотация.** Автор данной работы увлекается постройкой различных механизмов и выпиливанием лобзиком из дерева. Сложность и трудоемкость ручного процесса выпиливания из дерева привели автора к проектированию автоматизированного механизма, позволяющего создавать гравировку и объемные картины из дерева. Таким механизмом стал фрезерный станок с числовым программным управлением (далее ЧПУ).

Целью данной работы является создание фрезерного станка с числовым программным управлением. В своей работе автор делает анализ существующих видов фрезерных станков и станков с числовым программным управлением. В дальнейшем он описывает этапы создания фрезерного станка с ЧПУ, а так же необходимые материалы для его изготовления.

В процессе проделанной работы поставленная цель проекта была достигнута: станок был создан и опробован, проведен сравнительный анализ рабочих характеристик нового станка с характеристиками станка, изготовленного ранее.

**Ключевые слова:** станки, фрезерные станки, числовое программное управление, ЧПУ, моделирование

**Место выполнения работы.** Работа выполнена на базе МБУ ДО «Центр развития творчества детей и юношества». Научный руководитель: Болбукова Светлана Викторовна, кандидат психологических наук, педагог-психолог.

### Введение

Выпиливание лобзиком интересное, но очень трудоемкое занятие, требующее затраты большого количества времени и сил. Поэтому мы решили создать механизм, который будет выпиливать нужные детали точнее и без физических затрат. Подобная задача легко выполняется на фрезерном станке с ЧПУ.

Фрезерный станок с ЧПУ позволяет быстро и качественно производить фрезерные и гравировальные работы по дереву, пластику, металлам и камню. Это дает возможность использовать данный станок в производстве необходимых деталей, а также художествен-

ных произведений, но такие станки стоят очень дорого, а также дороги в обслуживании. В связи с этим мы решили самостоятельно собрать такой станок.

В прошлом году был сделан фрезерный станок с ЧПУ из дерева, но точность и скорость его работы не устроила. Поэтому в этом году решили создать фрезерный станок на раме из стали и алюминия.

**Объект исследования:** фрезерный станок с ЧПУ.

**Предмет исследования:** числовое программное управление.

**Проблема исследования:** создание фрезерного станка с числовым программным управлением для создания деталей из листового материала.

При выполнении работы были использованы следующие методы исследования: анализ информации, составление электрической схемы, составление чертежа, тестирование оборудования, эксперимент.

**Цель работы:** создать фрезерный станок с числовым программным управлением.

**Задачи:**

1. Создать чертежи всех деталей фрезерного станка.
2. Изготовить детали.
3. Собрать станок.
4. Подключить электронное оснащение станка.
5. Освоить принцип работы в программе управления станком.
6. Настроить станок.

#### Общая характеристика. История создания станка с ЧПУ

Изобретателем первого станка с числовым (программным) управлением (англ. Numerical Control, NC) является Джон Пэрсонс (John T. Parsons). Он впервые предложил использовать для обработки пропеллеров станок, работающий по программе, вводимой с перфокарт.

В сентябре 1952 года станок был впервые продемонстрирован публике – про него была напечатана статья в журнале Scientific American. Станок управлялся с помощью перфоленты.

Первое серийное устройство ЧПУ было создано компанией Bendix Corp в 1954 году и с 1955 года стало устанавливаться на станки.

Первыми отечественными станками с ЧПУ промышленного применения являются токарно-винторезный станок 1К62ПУ и токарно-карусельный 1541П. Эти станки были созданы в первой половине 1960-х годов. Станки работали совместно с управляющими системами типа ПРС-3К и другими. Затем были разработаны вертикально-фрезерные станки с ЧПУ 6Н13 с системой управления «Контур-3П». В последующие годы для токарных станков наибольшее распространение получили системы ЧПУ отечественного производства 2Р22 и Электроника НЦ-31.

Числовое программное управление также характерно для систем управления современными промышленными роботами.

Аббревиатура ЧПУ соответствует двум англоязычным – NC и CNC.

Виды станков с числовым программным управлением (ЧПУ)

Токарные станки с ЧПУ предназначены для обработки наружных и внутренних поверхностей деталей типа тел вращения, а также для нарезания наружной и внутренней резьбы.

Фрезерные станки с ЧПУ предназначены для обработки плоских и пространственных корпусных деталей, осуществляют следующие операции: плоское, ступенчатое и контурное фрезерование с нескольких сторон и под различными углами; сверление; растачивание; развертывание; нарезание резьбы и др.

Сверлильно-расточные станки с ЧПУ предназначены для обработки отверстий в деталях, выполняют сверление, рассверливание, зенкерование, растачивание, развертывание, обтачивание торцов, фрезерование, нарезание резьбы и др.

Шлифовальные станки с ЧПУ предназначены для шлифования наружных, внутренних и торцовых поверхностей деталей, имеющих прямолинейную и криволинейную форму образующих.

Многоцелевые станки с ЧПУ (обрабатывающие центры), предназначенные для комплексной обработки деталей за одну установку, выполняют практически все операции обработки резанием.

Электроэрозионные станки с ЧПУ предназначены для вырезания методом электроэрозии деталей сложного контура из токопроводящих материалов, обработка которых другими способами затруднена или невозможна. Обработка осуществляется непрерывно перемещающимся электродом-проволокой (из латуни, меди, молибдена, вольфрама) в среде керосина или воды с антикоррозионными присадками.

Фрезерные станки с ЧПУ предназначены для обработки плоских и пространственных поверхностей заготовок сложной формы. Конструкции фрезерных станков с ЧПУ аналогичны конструкциям традиционных фрезерных станков, отличие от последних заключается в автоматизации перемещений при формообразовании.

#### Составные части электронного оснащения

1. Пульт оператора (или консоль ввода-вывода), позволяющий вводить управляющую программу, задавать режимы работы, выполнить операцию вручную.
2. Дисплей (или операторская панель) – для визуального контроля режимов работы и редактируемой управляющей программы/данных; может быть реализован в виде отдельного устройства для дистанционного управления оборудованием.
3. Контроллер ЧПУ – устройство конвертирующее сигнал с LPT порта в импульсы непосредственно для шаговых двигателей.

#### Принцип работы ЧПУ

1. Создание оператором STL модели – 3D-модель изготавливаемой детали в STL-формате.
2. Создание G-кода – управляющая программа движения фрезы по поверхности модели.
3. Отправка G-кода через компьютерную программу на контроллер.
4. Конвертирование сигнала контроллером в импульсы для управления двигателями.

#### Технологические этапы работы. Изготовление фрезерного станка

Разработанный и изготовленный самостоятельно станок с ЧПУ может выполнять механическую обработку (фрезерование) пластмасс, текстолита, дерева, алюминия, а также может осуществлять 3D обработку этих материалов.

Был выбран трёхосевой фрезерный станок, так как это минимум для выполнения большинства необходимых операций (выборка, резка, обработка 3D-рельефа, гравировка и т.д.). Можно использовать фрезерный станок с большим числом осей, но это повлечет за собой удорожание проекта. А так же создание G-кода для большего числа осей, что является сложным и трудоемким процессом, но при этом наличие больше четырех осей позволяет создавать более сложные пространственные модели.

Существуют следующие схемы трёхосевого фрезерного станка с ЧПУ:

– станок, у которого по одной из осей над рабочей зоной движется балка, где закреплены остальные оси станка;



- станок, у которого по двум осям движется рабочий стол, а шпиндель закреплён на третьей оси;
- станок, у которого по одной оси движется рабочий стол, а шпиндель по двум остальным.

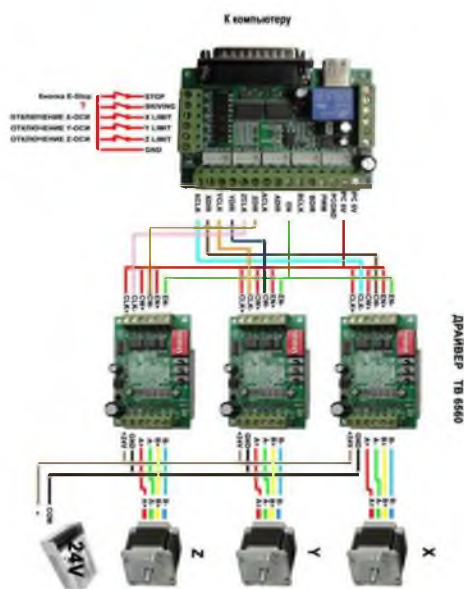


Рисунок 1. Схема электронного оснащения станка

#### Материалы для изготовления станка

Все необходимые материалы для изготовления станка были приобретены в обычных строительных магазинах, интернет-магазинах:

- шаговые двигатели с редуктором 5:1 Nema 17 – 4 штуки;
- крепления для подшипников;
- подшипники 30\*10, 28\*12;
- четырехосевой контроллер ТВ6560;
- блок питания 12 Вт 15 А;
- шариковинтовая передача SUF 1605 (ШВП);
- муфты переходные 7x10;
- направляющие и линейные подшипники SBR 16;
- профиль алюминиевый (швеллер 100\*50, профильная труба 40\*40, уголок 50\*50);
- стальная профильная труба и стальная пластина толщиной 5 мм;
- шпиндель 500 Вт;
- провод 4x1.5 и 2x1.5;
- крепёжный материал (болты, нейлоновые хомуты, гайки и т.д.).

#### Изготовление деталей по чертежам

Сборка механики станка:

- сварка рамы;
- окраска рамы;
- сборка на болтовые соединения портала;
- крепление линейных подшипников и направляющих на портал;
- крепление 1-й направляющей на раму;
- выравнивание и закрепление 2-й направляющей к раме;
- крепление линейных подшипников к стальной пластине;
- крепление направляющих к стальной пластине;
- изготовление каретки оси Z;

При проектировании станка мы выбрали первую схему станка. Это позволило получить большую рабочую зону при меньших размерах станка, а так же сэкономить на материалах и времени изготовления.

Составление схемы:

- 1 Создание схемы станка.
- 2 Создание схемы электронного оснащения (рис. 1).

- установка шпинделя на каретку оси Z;
- установка портала и каретки оси Z на места;
- изготовление и установка рам для крепления ШВП;
- крепление подшипников к рамам;
- установка ШВП.

Установка и соединение электроники в соответствии со схемой:

- установка шаговых двигателей;
- прокладка проводки;
- установка и подключение блока питания контроллера, блока питания шпинделя, контроллера;
- соединение проводки пайкой;
- настройка программного обеспечения. Для работы фрезерного станка выбрано программное обеспечение Mach 3 и ArtCAM из-за простоты, надёжности и доступности;
- запуск станка, проверка;
- устранение ошибок и неполадок.

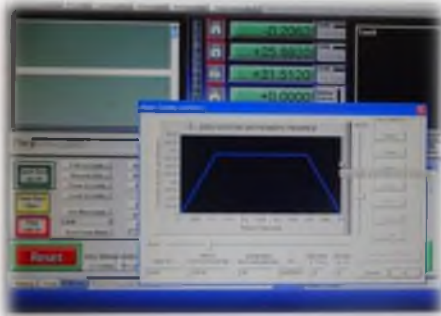
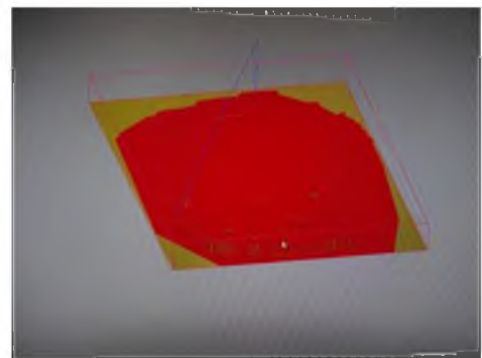


Рисунок 2. Настройка программного обеспечения Mach 3

#### Изготовление тестовой детали



1. Импорт 3D модели
  3. Установка фрезы.
  4. Закрепление заготовки.
  5. Установка нулевой позиции.
  6. Запуск 3D фрезеровки
2. Создание G-кода 3 D фрезеровки



7. Снятие заготовки и детали

#### Выводы и практическая значимость:

1. Изготовлен и успешно настроен фрезерный станок с ЧПУ.
2. Получены практические навыки работы в программах 3D моделирования и управления ЧПУ станком.
3. Создан надежный, качественный и недорогой фрезерный станок.
4. Созданный фрезерный станок с ЧПУ способен обрабатывать дерево, фанеру, пластики, алюминий и мягкие металлы.
5. В сравнении с фрезерным станком, собранным в прошлом году, данный станок имеет большую производительность, точность и скорость выполнения работ.
  - Точность: 0.05 мм.
  - Скорость передвижения осей: 15 мм/с.
  - Производительность: 3D рельеф 6500 мм<sup>2</sup>/час (квадрат 80\*80мм), резка (10мм фанера) 2мм/с

#### Дальнейшее развитие проекта

В дальнейшем планируется изучение способов и стратегий обработки различных материалов с помощью фрезерного станка с ЧПУ: фрезерование с переворотом для создания объемных конструкций, создание различных вставок и инкрустации, 3D резка различными способами (создание объемных барельефов), различных способов гравировки, изготовления печатных плат методом фрезерования и гравирования, 3D сканирования. А так же изготовление на этом станке деталей для других проектов.

#### Список использованных источников:

1. Простой и недорогой 3-х осевой станок своими руками [Электронный ресурс] // Паяльник. – Режим доступа: <http://cxem.net/master/60.php>. – Загл. с экрана.
2. Самодельные ЧПУ станки [Электронный ресурс] // Мозгочины. – Режим доступа: <http://mozgochiny.ru/category/instrumentyi-diy/chpu-stanki-cnc-diy/>. – Загл. с экрана.
3. Настройка Mach на примере конкретного станка [Электронный ресурс] // YouTube. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=QBgUzFOPW8E>. – Загл. с экрана.
4. ArtCAM, как работать [Электронный ресурс] // Самодельный ЧПУ станок. – Режим доступа: <http://homecnc.ru/soft-cnc-stanok/30-artcampro>. – Загл. с экрана.

## Приложения

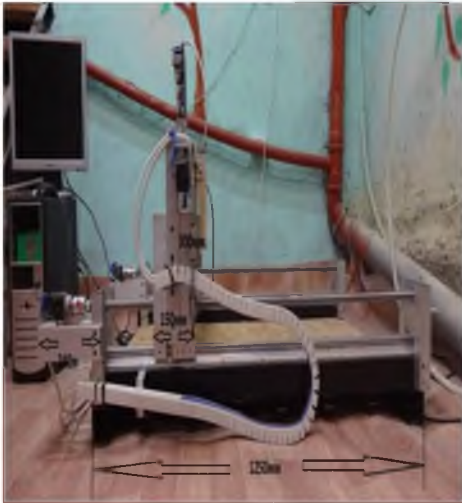


Рисунок 3. Вид сбоку



Рисунок 3. Вид сверху



Рисунок 4. Вид спереди



Рисунок 5. Результаты работы станка

## «УМНАЯ ТРОСТЬ» ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ПРОБЛЕМАМИ ЗРЕНИЯ

Биковец Константин Сергеевич  
Россия, Алтайский край, город Барнаул  
КГБОУ «Алтайский краевой педагогический лицей-интернат», 10 класс  
*e-mail: main@pedliceum.altai.ru*

**Аннотация.** Наш окружающий мир мало приспособлен для людей с ограниченными возможностями здоровья. В настоящее время, по данным Всемирной организации здравоохранения, в мире насчитывается 285 млн. слабовидящих людей и спрос на доступные устройства для людей-инвалидов очень высок. Современные технологии могут улучшить жизнь людей с ослабленным зрением. Наша «Умная трость» – это попытка помочь людям, имеющим проблемы со зрением, шаг к свободе для людей с ограниченными возможностями, она может заменить собаку-поводыря либо помощь близкого человека в передвижении. Мы собрали модель с помощью электронного конструктора Arduino. «Умная трость» – это доступное устройство и оно легко в использовании. Поэтому разработка данной модели, которая облегчит жизнь незрячих людей, является актуальной.

**Ключевые слова:** люди с ограниченными физическими возможностями, слабовидящие граждане, инвалиды по зрению, аппаратная платформа Ардуино, конструирование, «умная трость».

**Место выполнения работы.** Работа выполнена на базе МКОУ «Станционная Ребрихинская СОШ». Научный руководитель: Биковец Татьяна Петровна, учитель математики.

**Цель:** создание модели «Умная трость» для оказания помощи людям с проблемами зрения на основе аппаратной платформы Ардуино и ультразвукового датчика HC-SR04.

### Задачи

1. Разработать план-схему «умной трости» и оценить ее возможности.
2. Собрать и запрограммировать опытный образец.
3. Проверить работоспособность полученной конструкции на практике.

Возможности «Умной трости»:

- предупреждение человека о приближении препятствия.
- самозащита: трость оснащена мощным преобразователем напряжения (электрошокером) для устрашения и отпугивания противника и как средство самообороны.

Принцип работы созданной нами трости достаточно прост и основан на отражении ультразвуковых волн, датчик HC-SR04 получает данные из окружающей среды, затем передает их на микроконтроллер. С помощью программы, данные обрабатываются и интерпретируются в понятные для пользователя подсказки о препятствиях. Эти подсказки передаются владельцу с помощью внешних динамиков или наушников.

Испытания «Умной трости» показали, что её легко использовать, она выполняет все поставленные задачи: предупреждение человека при помощи звуковых волн о приближении препятствия, при необходимости исправно работает электрошокер.

С помощью внедрения трости будет решена проблема передвижения слабовидящих в незнакомом пространстве, на улице. Трость поможет свободно ориентироваться в пространстве и чувствовать себя увереннее в окружающем мире.

Наша целевая аудитория: это слепые, слабовидящие люди и их родственники.

Социальным эффектом реализации проекта является улучшение положения слабовидящих людей в обществе:

- слабовидящие люди перестанут зависеть от помощи своих близких и станут намного самостоятельней;

- невысокая цена трости делает ее доступной, а это значит, что больше слабовидящих будут чувствовать себя увереннее и самостоятельнее;
- улучшение положения слабовидящих людей в обществе;
- «Умная трость» позволит слабовидящим выполнять ту работу, с которой раньше они не справлялись без посторонней помощи.

## Описание разработки

### Введение

Наш окружающий мир мало приспособлен для людей с ограниченными способностями. Государственная программа «Доступная среда» только частично решает эту проблему. С целью помочь слабовидящим, сделать их жизнь комфортнее, разработана модель «умной» трости, которая может заменить собаку-поводыря, либо помощь близкого человека в передвижении. Эту модель мы решили выполнить с помощью электронного конструктора Arduino. Наша работа – это попытка помочь людям, имеющим проблемы со зрением, перемещаться в незнакомом пространстве.

Современные технологии могут улучшить жизнь слепых и людей с ослабленным зрением, а также избавить их от зависимости от окружающих. В настоящее время, по данным Всемирной организации здравоохранения, в мире насчитывается 285 млн. слабовидящих людей и спрос на доступные устройства для людей-инвалидов очень высок. «Умная трость» – это доступное устройство и оно легко в использовании. Поэтому разработка данной модели, которая облегчит жизнь незрячих людей, является актуальной.

**Цель:** создание модели «Умная трость» для оказания помощи людям с проблемами зрения на основе аппаратной платформы Arduino и ультразвукового датчика HC-SR04.

#### **Задачи**

1. Разработать план-схему «умной трости» и оценить ее возможности.
2. Собрать и запрограммировать опытный образец.
3. Проверить работоспособность полученной конструкции на практике.

**Тип проекта:** информационно-практический.

**Методы,** использованные в работе над проектом: анализ, синтез, моделирование, эксперимент, измерение.

**Объект исследования:** электронный конструктор Arduino.

**Предмет исследования:** конструкция для контроля за движением при помощи датчика Ultrasonic HC-SR04 и детали электронного конструктора Arduino

#### **Практическая значимость проекта**

1. С помощью создания модели «Умная трость» мы поможем незрячим людям ориентироваться в пространстве. Для этого мы планируем рассказать о нашей модели в КГКОУ «Алтайская общеобразовательная школа № 2» и начать внедрение «Умной трости» в практическое использование школьниками.

2. Опыт работы над проектом послужит основой для дальнейших разработок моделей из конструктора Arduino.

3. Материал проекта можно использовать при проведении занятий технического кружка и кружка по робототехнике, на выставке технического творчества.

#### **Перспективы развития проекта**

1. Улучшение модели, замена материала изготовления трости на более прочный, добавление качественных и точных модулей.

2. Привлечение спонсорских средств.

3. Внедрение улучшенной модели в практическое использование.

Государственная программа «Доступная среда» продлена до 2025 года. Это означает, что Россия готова бороться за права людей с ограниченными возможностями здоровья и финансировать их реабилитацию. В настоящее время разрабатываются специалистами

(не имеющими прямого отношения к государственной программе) новые технологии для улучшения жизни инвалидов в окружающей действительности. Например, умные часы для слабовидящих; очки, которые воссоздают реальность; интропретатор шрифта Брайля Braille Interpreter; «умные трости» и др.

Так как мы создаём модель «Умная трость», мы решили проанализировать её аналоги. Изучив интернет-источники, мы выяснили, что «Умные трости» используются для разных целей и ориентированы на разную аудиторию. Например, есть трость для пожилых людей, которая служит не только опорой при ходьбе, но и фиксируют пульс, давление и падение трости (падает трость = падает человек). Вся информация постоянно передается родственникам пожилого по сети. В настоящее время есть компании, которые выпускают аналоги «умной трости». Таким примером разработки является модель «Dring Smartcane» французского стартапа Nov'in. Она признана одной из лучших технологий CES 2017 в категории Accessible Tech (доступные технологии). Эта трость оснащена акселерометром и гироскопом для отслеживания движений пользователя, при экстренных ситуациях, основной задачей является отправка оповещения родственникам, которые в свою очередь уведомят ответным сигналом пользователя о том, что помощь уже в пути.

Разработка трости для людей с ограниченными возможностями по зрению на данный момент остаётся актуальной. Они используются для информирования слабовидящих и слепых людей о наличии препятствий и расстоянии до них. Например, в Челябинске разрабатывался и запускался социальный проект по изготовлению и внедрению такой «Умной трости», но спустя некоторое время он перестал существовать.

Преимущества нашего проекта перед аналогами:

- низкая себестоимость;
- «умная трость» оснащена дополнительной функцией, обеспечивающей безопасность;
- простота в эксплуатации;
- отсутствие аналогов в г. Барнауле.

Для экспериментальной конструкции модели мы использовали полистирол, так как он легок в технологической обработке. Для работы с ним не нужен никакой специальный инструмент, достаточно канцелярского ножа и линейки.

#### Этапы конструирования:

1. Разметка и обработка мест для датчиков и модулей.
2. Крепеж датчиков и модулей.
3. Пайка проводки соединительными проводами.

Принцип работы созданной нами трости достаточно прост и основан на отражении ультразвуковых волн. На неё устанавливается ультразвуковой дальномер, который расположен на расстоянии около 1 м от основания трости и под определенным углом. Ультразвуковой дальномер сообщает владельцу с помощью внешних динамиков или внутренних (наушников), о препятствиях которые находятся ниже уровня основания либо выше, т.е. о впадинах и возвышенностях.

Когда до препятствия остается около метра, трость начинает «пищать». Чем ближе он подходит к препятствию, тем сильнее становится «сигнал» – в трости предусмотрены три разных уровня сигнала. Так человек получает возможность избежать столкновения. По мере удаления от преграды «сигнал» стихает.

Помимо основной функции трость оснащена мощным преобразователем напряжения. Данное устройство предназначено для устрашения и отпугивания противника, и, в крайнем случае, как средство самообороны, то есть выполняет функцию электрошокера.



Рисунок 1. Ультразвуковой дальномер



Рисунок 2. Преобразователь напряжения

### Алгоритм работы

«Умная трость» работает в трех режимах.

**Режим 1.** Трость с помощью звука предупреждает человека о приближении препятствия.

**Режим 2.** Работа электрошокера.

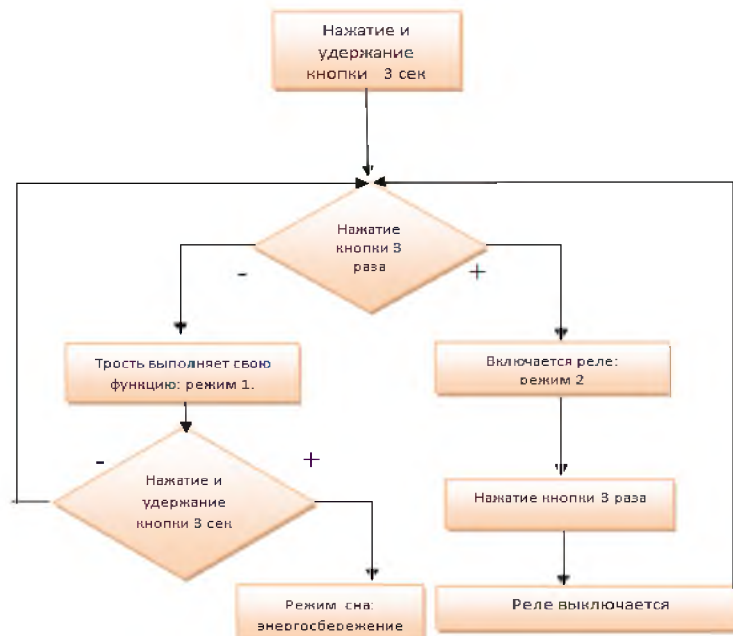


Рисунок 3. Тактовая кнопка

**Режим сна.** Режим сверхнизкого потребления энергии.

Изначально трость находится в режиме сна, так называемого режима сверхнизкого потребления энергии. После нажатия и удержания тактовой кнопки (см. рис. 5) в течение 3 секунд Arduino (см. приложение 3) «просыпается», включает первый режим и зажигает зеленый светодиод.

Второй режим. После 3-кратного нажатия кнопки включается красный светодиод и электромагнитное реле (см. приложение 1), замыкающее минусовой провод преобразователя. Чтобы образовалась дуга, нужно замкнуть плюсовой провод преобразователя, механической кнопкой). Красный светодиод информирует нас о том, что мы находимся в так называемом режиме работы электрошокера. Трехкратным нажатием кнопки реле выключается. Включается зеленый светодиод и начинается первый режим.

Чтобы трость отправить в режим сна нужно нажать и удерживать тактовую кнопку в течение 3 секунд.



## Результат проверки работоспособности «Умной трости»

Результаты проведенных испытаний показали, что нашу трость легко использовать в работе. Она выполняет все поставленные нами задачи: предупреждает человека о препятствиях при помощи звуковых волн, что помогает избежать столкновения, при необходимости можно использовать электрошокер.

Ссылка на результат тестирования:

<https://www.youtube.com/watch?v=kMOEtN8kmUU&feature=youtu.be>

### Программа

```
{
pinMode(Relay, OUTPUT);
pinMode(trigPin, OUTPUT); // назначаем trigPin (Pin8), как выход
pinMode(echoPin, INPUT); // назначаем echoPin (Pin9), как вход
pinMode(buttonPin, OUTPUT);
pinMode(4, INPUT_PULLUP);
pinMode(6, OUTPUT);
Serial.begin (9600);

}
void loop(){
int duration, cm; // назначаем переменную «cm» и «duration» для показаний датчика
digitalWrite(trigPin, LOW); // изначально датчик не посылает сигнал
delayMicroseconds(2); // ставим задержку в 2 микросекунд

digitalWrite(trigPin, HIGH); // посылает сигнал
delayMicroseconds(10); // ставим задержку в 10 микросекунд
digitalWrite(trigPin, LOW); // выключаем сигнал

duration = pulseIn(echoPin, HIGH); // включаем прием сигнала

cm = duration / 58; // вычисляем расстояние в сантиметрах

Serial.print(cm); // выводим расстояние в сантиметрах
Serial.println(« cm»);
delay(300); // ставим паузу в 1 секунду

if(cm < 85 && cm > 45) {
digitalWrite(buttonPin, HIGH);
delay(10+cm);
digitalWrite(buttonPin, LOW);
delay(5+cm);
}
if(cm < 45){
digitalWrite(buttonPin, HIGH);
}
butt = !digitalRead(4);
if(butt == 1 && butt_flag == 0 && millis() - last_press > 100){
butt_flag = 1;
Serial.println(«Press»);
digitalWrite(Relay, HIGH); // реле выключено
```

```

led_flag = !led_flag;
digitalWrite(6,led_flag);
last_press = millis();

}
if(butt == 0 && butt_flag == 1){
butt_flag = 0;
Serial.println(«RePress»);
digitalWrite(Relay, LOW); // реле выключено

}
}

```

### Заключение

В ходе работы над проектом мы изучили актуальные разработки по данной теме, узнали, что тема актуальна и востребована.

Разработали план-схему «Умной трости» и оценили ее возможности. С помощью аппаратной платформы Arduino и ультразвукового датчика HC-SR04 мы собрали модель «Умная трость», запрограммировали опытный образец и проверили работоспособность полученной конструкции на практике. На следующем этапе работы над проектом мы планируем улучшить нашу модель. Заменяем материал изготовления трости и добавим качественные и точные модули.

В результате нашу трость легко использовать в работе, она выполняет все поставленные задачи: предупреждает человека при помощи звуковых волн о приближении препятствия, при необходимости исправно работает электрошокер.

Главным ожидаемым результатом при реализации проекта является улучшение качества жизни слабовидящих людей.

#### Социальные изменения

- Слабовидящие люди перестанут зависеть от помощи своих близких и станут намного самостоятельней.

- Низкая цена трости сделает её доступной для большого количества людей, а это значит, что больше слабовидящих будут чувствовать себя увереннее и самостоятельнее.

- Улучшение положения слабовидящих людей в обществе.

- Использование «Умной трости» позволит слабовидящим выполнять ту работу, с которой раньше они не справлялись без посторонней помощи.

#### Ссылка:

Умная трость [Электронный ресурс]. – Режим доступа. – Электрон. дан. <https://www.youtube.com/watch?v=kMOEtN8kmUU&feature=youtu.be>. – Загл. с экрана.

### Список использованных источников

1. Петин, В. А. Проекты с использованием контроллера Arduino / В. А. Петин. -2-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2015. – 464 с.

2. Ревич, Ю. В. Занимательная электроника / Ю. В. Ревич. – 3-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2015. – 576 с.: ил.

3. Карвинен, Т. Делаем сенсоры: проекты сенсорных устройств на базе Arduino и Raspberry Pi. / Т. Карвинен, К. Карвинен, В. Валтокари. – Москва : Вильямс, 2015. – 432 с.: ил.

4. Соммер, У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freduino / У. Соммер. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2012. – 256 с.: ил

### Интернет-ресурсы

1. «Умная» трость, «умная» скакалка... Что еще нового придумали? [Электронный ресурс] // Мобильные технологии здоровья. – Электрон. текст. дан. – Режим доступа: <http://evercare.ru/umnaya-trost-umnaya-skakalka-chto-eshche-novogo-privdumali>. – Загл. с экрана.
2. Трость-сканер для людей с ограниченными возможностями по зрению [Электронный ресурс]. – Электрон. текст. дан. – Режим доступа: <http://poleznayamodel.ru/model/14/141620.html>. – Загл. с экрана.
3. Аппаратная часть платформы Arduino [Электронный ресурс] // Arduino.ru. – Электрон. текст. дан. – Режим доступа : <http://arduino.ru/>. – Загл. с экрана.
4. Реле модуль подключение к Arduino [Электронный ресурс]. – Электрон. текст. дан. – Режим доступа: <http://zelectro.cc/relayModule>. – Загл. с экрана.
- 5.

### Приложения

#### Приложение 1

#### Электромагнитное реле

Электромагнитное реле – это коммутационное устройство для переключения электрических цепей электромагнитным полем.

#### Принцип работы

Принцип действия реле, сверху – нормальное (обесточенное) состояние реле, снизу – включённое состояние реле.

1 – электромагнит (обмотка с ферромагнитным сердечником);

2 – подвижный якорь;

3 – контактная система (переключатель).

Все детали крепятся на основании. Якорь выполнен с возможностью поворота и удерживается пружиной. Когда на обмотку катушки подается напряжение, по ее виткам протекает электрический ток, создавая электромагнитные силы в сердечнике. Они притягивают якорь, который поворачивается и замыкает подвижные контакты с парными неподвижными. При отключении тока якорь возвращается пружиной обратно. Вместе с ним перемещаются подвижные контакты.

#### Область применения

Электромагнитная коммутация используется в схемах автоматики, управления электроприводами, электроэнергетическими и технологическими установками, в системах контроля.

Реле электромагнитное позволяет регулировать напряжения и токи, выполнять функции запоминающих и преобразующих устройств, фиксировать отклонения параметров от заданных значений.

#### Основные характеристики электромагнитного реле

1. Чувствительность – переключение от подаваемого в обмотку сигнала определенной мощности, достаточной, чтобы происходило включение.
2. Сопротивление обмотки.
3. Напряжение (ток) срабатывания – минимальное пороговое значение параметра, при котором контакты переключаются.
4. Напряжение (ток) отпускания.
5. Время срабатывания.
6. Рабочий ток (напряжение) – величина, при которой происходит гарантированное включение в процессе эксплуатации (значение указывается в заданных пределах).
7. Время отпускания.
8. Частота включений с нагрузкой на контактах.

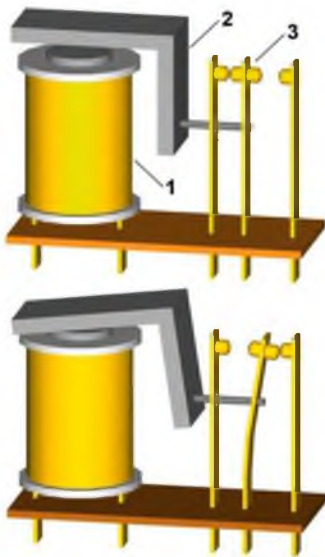


Рисунок 3.

Электромагнитное реле

Реле электромагнитное имеет следующие преимущества над полупроводниковыми конкурентами:

- коммутация больших нагрузок при малых габаритах;
- гальваническая развязка между цепью управления и группой коммутации;
- низкое тепловыделение на контактах и катушке;
- небольшая цена.

**Устройству присущи также недостатки:**

- медленное срабатывание;
- относительно небольшой ресурс;
- радиопомехи при переключении контактов;
- сложность коммутации на постоянном токе высоковольтных и индуктивных нагрузок.

Рабочие напряжение и ток катушки не должны выходить за заданные пределы. При их низких значениях становится ненадежным контактирование, а при высоких – перегревается обмотка, увеличивается механическая нагрузка на детали и может произойти пробой изоляции. Долговечность реле зависит от вида нагрузки и тока, частоты и количества коммутаций. Больше всего контакты изнашиваются при размыкании, образующем дугу. Бесконтактные аппараты имеют преимущество, поскольку у них не появляется дуга. Но есть также масса других недостатков, что не дает возможности заменить реле.

**Классификация Реле.**

По способу управления контактами – якорные и герконовые. В первом случае замыкание-размыкание контактов производится при перемещении якоря. В герконовых переключателях сердечник отсутствует и магнитное поле воздействует непосредственно на ферромагнитные электроды с контактами. Управляющий ток может быть постоянным или переменным. В последнем случае якорь и сердечник выполняются из пластин электротехнической стали для уменьшения потерь. Для постоянного тока устройства бывают нейтральными и поляризованными. По быстродействию срабатывания реле делятся на 3 группы: до 50 мс, до 150 мс и более 1 с. Защита от внешних воздействий предусматривает устройства герметизированные, зачехленные и открытые.

## Приложение 2

### Ультразвуковой дальномер HC-SR04

Ультразвуковой дальномер для определения расстояния до объектов в радиусе четырех метров.

Работа модуля основана на принципе эхолокации. Модуль посылает ультразвуковой импульс и принимает его отражение от объекта. Разница между отправкой и приёмом импульса позволяет вычислить расстояние до препятствия. Поскольку в основе работы устройства используется ультразвук, сонар плохо подходит для определения расстояния до звукопоглощающих объектов. Поверхность объекта должна быть ровной и гладкой для идеального измерения расстояния.

Подключение УЗ дальномера

Модуль подключается четырьмя проводами. Контакты `VCC` и `GND` служат для подключения питания, `aTrig` и `Echo` – для отправки и приема сигналов дальномера.

Особенности ультразвукового дальномера HC-SR04

Простота в использовании и 4-контактное подключение.

Диапазон измерения: от 2 см до 400 см.

Точность измерения:  $\pm 1$  см (при максимальной дальности  $\pm 3$  см).

Угол измерения:  $15^\circ$ .



Рисунок 4. Ультразвуковой дальномер HC-SR04

Ультразвуковой диапазон работы на частоте 40 кГц.  
 Рабочее напряжение 4,8 В до 5,5 В ( $\pm 0.2$ В макс).  
 Диапазон рабочих температур: 0 °С до 60 °С ( $\pm 10\%$ )

Приложение 3

#### Аппаратная платформа Ардуино

Arduino – это электронный конструктор и удобная платформа быстрой разработки электронных устройств для новичков и профессионалов. Платформа пользуется огромной популярностью во всем мире благодаря удобству и простоте языка программирования, а также открытой архитектуре и программному коду. Устройство программируется через USB без использования программаторов.



Рисунок 5. Аппаратная платформа Ардуино

Arduino позволяет компьютеру выйти за рамки виртуального мира в физический и взаимодействовать с ним. Устройства на базе Arduino могут получать информацию об окружающей среде посредством различных датчиков, а также могут управлять различными исполнительными устройствами.

#### **Язык программирования:**

Язык программирования устройств Ардуино основан на C/C++. Он прост в освоении, и на данный момент Arduino – это, пожалуй, самый удобный способ программирования устройств на микроконтроллерах.

Приложение 4

#### Преобразователь напряжения. Принцип работы

Электрошокер оборудован короткими металлическими стержнями-электродами, расположенными друг от друга на определенном расстоянии. На эти стержни подается высокое напряжение, создаваемое по специальной электрической схеме из низковольтного напряжения, которое обеспечивает батарея питания. В некоторых особо мощных устройствах выходное напряжение может составлять несколько сотен тысяч вольт.

В электрошокерах принято использовать две пары электродов с разной величиной воздушного промежутка между ними. Одна пара – это рабочие стержни, вторая – контрольные. Контрольные электроды расположены на незначительном расстоянии, что способствует возникновению между ними проскакивающей искры, по которой определяется работоспособность прибора при его включении. Рабочие электроды используются для непосредственного воздействия на поражаемый объект. Электрошокер оборудован короткими металлическими стержнями-электродами, расположенными друг от друга на определенном расстоянии. На эти стержни подается высокое напряжение, создаваемое по специальной электрической схеме из низковольтного напряжения, которое обеспечивает батарея питания. В некоторых особо мощных устройствах выходное напряжение может составлять несколько сотен тысяч вольт.

В электрошокерах принято использовать две пары электродов с разной величиной воздушного промежутка между ними. Одна пара – это рабочие стержни, вторая – контрольные. Контрольные электроды расположены на незначительном расстоянии, что способствует возникновению между ними проскакивающей искры, по которой определяется работоспособность прибора при его включении. Рабочие электроды используются для непосредственного воздействия на поражаемый объект.

УДК 511

## ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ОРГАНИЗАЦИИ КЛАССИЧЕСКИХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ

Орлова Екатерина Андреевна  
Россия, Иркутская область, город Иркутск  
МБОУ «Лицей № 1», 10 класс  
*e-mail: irkutsk1licey@yandex.ru*

*Математика владеет не только истиной,  
но и высокой красотой – красотой отточенной и строгой,  
возвышенно чистой и стремящейся к подлинному совершенству,  
которое свойственно лишь величайшим образцам искусства*

*Бертран Рассел,  
английский философ, логик, математик, общественный деятель*

**Аннотация.** В кажущейся случайности окружающего мира случаи математического порядка встречаются повсеместно. Числа Фибоначчи и связанные золотой пропорцией элементы проявляются в строении галактик, погодных условиях и различных типах жизненных форм. Серии пропорциональных «золотых» прямоугольников создают «совершенные» конфигурации с математической и эстетической точек зрения.

Мы полностью убедились в правоте этого высказывания, когда в прошлом году делали работу на тему «Числа Фибоначчи и Золотое сечение». Мы рассмотрели все особенности ряда Фибоначчи, находили золотую пропорцию в природе и произведениях искусства. И действительно, все в этом мире стремится к совершенству, а убедиться в этом можно с помощью золотого сечения.

**Ключевые слова:** числа Фибоначчи, числа Люка, золотая пропорция, золотое сечение, числовые варианты

**Место выполнения работы.** Работа выполнена на базе МБОУ Лицей №1. Научный руководитель: Мельникова Мария Ивановна, учитель математики

Описание разработки

Введение

Любая числовая последовательность типа Фибоначчи строится по правилу, согласно которому каждый последующий член равен сумме двух предыдущих. Конкретный числовой облик последовательности определяется двумя начальными «затравочными» числами и порядком их следования. Обычно закономерности, связанные с рядами Фибоначчи и их свойства обсуждаются на примере рядов классического типа. При этом утверждается, что число потенциально возможных типов бесконечно.

В связи с этим возникает несколько вопросов:

Каково разнообразие числовых вариантов последовательностей типа Фибоначчи?

Каково соотношение классических (собственно Фибоначчи и Люка) и прочих последовательностей типа Фибоначчи?

Каким образом организованы классические типы последовательностей в пространстве?

**Гипотеза:** существуют различные вариации на тему чисел Фибоначчи, с помощью которых можно с разных сторон изучить данную последовательность.

**Цель:** изучение разнообразия числовых вариантов последовательностей Фибоначчи и Люка.

**Задачи:**

- Изучить соответствующую литературу.
- Рассмотреть упорядочивание данных последовательностей типа Фибоначчи и Люка.
- Исследовать геометрическую организацию классических последовательностей Фибоначчи и Люка.
- Рассмотреть вариации на выбранную тему.
- Сделать вывод.

### Числа Фибоначчи и Золотая пропорция

Многие знакомы с последовательностью Фибоначчи благодаря известной задаче о кроликах.

**Задача:**

Некто приобрел пару кроликов и поместил их в огороженный со всех сторон загон. Сколько кроликов будет через год, если считать, что каждый месяц пара дает в качестве приплода новую пару кроликов, которые со второго месяца жизни также начинают приносить приплод?

Числами Фибоначчи называют элементы числовой последовательности. В ней каждое следующее число в ряду получается суммированием двух предыдущих чисел.

Пример последовательности: 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377, 610, 987...

Записать это можно так:  $F_0 = 0, F_1 = 1, F_n = F_{n-1} + F_{n-2}, n \geq 2$

Можно начинать ряд чисел Фибоначчи и с отрицательных значений  $n$ . При этом последовательность в таком случае является двусторонней (т.е. охватывает отрицательные и положительные числа) и стремится к бесконечности в обоих направлениях.

Пример такой последовательности: -55, -34, -21, -13, -8, 5, 3, 2, -1, 1, 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55.

Формула в этом случае выглядит так:

$$F_n = F_{n+1} - F_{n+2} \text{ или иначе можно так: } F_{-n} = (-1)^{n+1} F_n.$$

Данная последовательность асимптотически (приближаясь все медленнее и медленнее) стремится к некоторому постоянному соотношению. Возьмем два следующих друг за другом члена из его последовательности. Разделим большее число на меньшее и получим приблизительно 1,618. А теперь задействуем то же большее число и следующий за ним член ряда (т.е. еще большее число) – их отношение рано 0,618.

Пример: 144, 233, 377.

$$233/144 = 1,618 \text{ и } 233/377 = 0,618$$

То, что мы сейчас знаем под названием «числа Фибоначчи», было известно древнеиндийским математикам задолго до того, как ими стали пользоваться в Европе. А с этим названием вообще один сплошной исторический анекдот. Начнем с того, что сам Фибоначчи при жизни никогда не называл себя Фибоначчи – это имя стали применять к Леонардо Пизанскому только спустя несколько столетий после его смерти. О жизни Леонардо осталось крайне мало биографических сведений. Что же касается имени Фибоначчи, под которым он вошел в историю математики, то оно закрепилось за ним только в XIX веке.

Золотое сечение ( $\Phi=0.618$ ) – это такое пропорциональное деление отрезка на неравные части, при котором весь отрезок так относится к большей части, как сама большая часть относится к меньшей; или другими словами, меньший отрезок так относится к большему, как больший ко всему:  $A:b = b:c$  или  $c:b = b:a$ .

Первое упоминание о золотом сечении можно встретить у Евклида в трактате «Начала» (примерно 300 лет до н.э.). В контексте построения правильного прямоугольника.

Отрезки золотой пропорции выражаются бесконечной иррациональной дробью  $0,618\dots$ , если принять за единицу,  $a = 0,382$ . Числа  $0,618$  и  $0,382$  являются коэффициентами последовательности Фибоначчи. На этой пропорции базируются основные геометрические фигуры (золотой прямоугольник, треугольник).

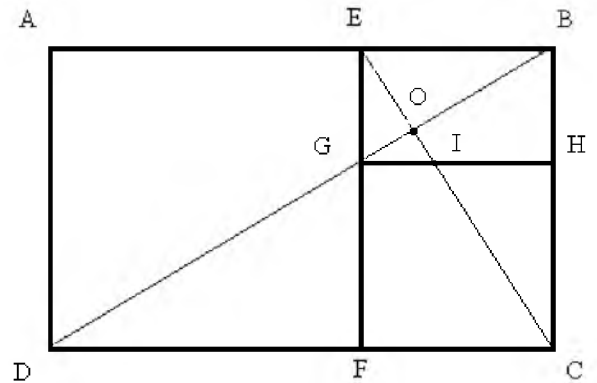
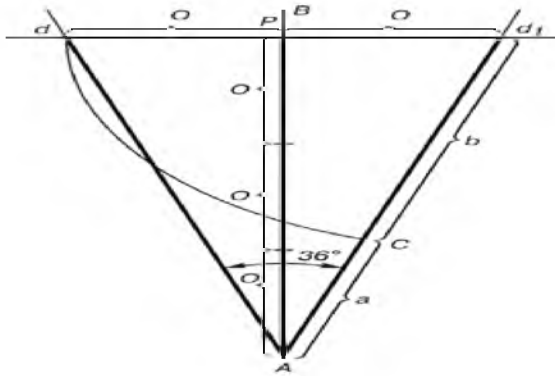


Рисунок 1. Золотой треугольник

Рисунок 2. Золотой прямоугольник

Числа Люка задаются формулой  $L_n = L_{n-1} + L_{n-2}$  с начальными значениями

$$L_0 = 2; L_1 = 1$$

Последовательность чисел Люка начинается так:

2, 1, 3, 4, 7, 11, 18, 29, 47, 76, 123, 199, 322, ...

Связь последовательностей Фибоначчи и Люка обнаружил в 1602 году Кеплер.

Оказалось, что отношение рядом стоящих чисел Фибоначчи  $U_n$  и Люка  $L_n$  стремится к золотой пропорции.

#### Составление таблиц и анализ данных

Итак, любая числовая последовательность Фибоначчи строится по правилу, согласно которому каждый следующий член ряда равен сумме двух предыдущих.

Для изучения разнообразия числовых вариантов последовательностей Фибоначчи и Люка построим серию таблиц.

Для этого зададим интервал от  $-5$  до  $5$ , так же воспользуемся коэффициентами  $a$  и  $b$ . « $a$ » будет проходить все значения заданного интервала, а « $b$ » будет фиксированным числом.  $b = 1; -5 < a < 5$

Уровень	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
-10	-500	-411	-322	-233	-144	-55	34	123	212	301	390
-9	309	264	199	144	89	34	-21	-76	-131	-186	-241
-8	-191	-157	-123	-89	-55	-21	13	47	81	115	149
-7	118	97	76	55	34	13	-8	-29	-50	-71	-92
-6	-73	-60	-47	-34	-21	-8	5	18	31	44	57
-5	45	37	29	21	13	5	-3	-11	-19	-27	-35
-4	-28	-21	-18	-13	-8	-3	2	7	12	17	22
-3	17	14	11	8	5	2	-1	-4	-7	-10	-13
-2	-11	-9	-7	-5	-3	-1	1	3	5	7	9
-1	6	5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4
0	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
3	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7
4	-7	-5	-3	-1	1	3	5	7	9	11	13
5	-10	-7	-4	-1	2	5	8	11	14	17	20
6	-17	-12	-7	-2	3	8	13	18	23	28	33
7	-27	-19	-11	-3	5	13	21	29	37	45	53
8	-44	-31	-18	-5	8	21	34	47	60	73	86
9	-71	-50	-29	-8	13	34	55	76	97	118	139
10	-115	-81	-47	-13	21	55	89	123	157	191	225



Для каждого уровня выводится формула, по которой и вычисляются числа в таблице. Нулевой уровень – это всегда значение «а». Первый уровень – это значение «b».

Для уровней от второго до десятого формулы выводятся по принципу ряда Фибоначчи. То есть для уровня два это будет  $a+b$ ; для уровня три  $a+b+b = a+2b$  и так далее. Последняя формула для уровня десять будет равна  $34a+55b$ .

Для уровней от -1 до -10 выводятся по обратному принципу: для -1 уровня  $b-a$ ; для уровня -2:  $2a-b$  и так далее, для последнего – 10 уровня  $89a-55b$ .

Как пример я представила первую из одиннадцати таблиц. Все таблицы находятся в приложении.

Если внимательно рассмотреть таблицы, то можно заметить, что в некоторых столбцах числа расположены в определенных последовательностях. Это последовательно Фибоначчи и Люка.

Иногда это удвоенные (2 Л), утроенные (3 Ф) и т.д. значения.

Теперь приступим к обобщению данных из одиннадцати таблиц. Для этого построим таблицу со значениями от -5 до 5.

Для начала рассмотрим особенности чисел Фибоначчи.

b/a	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
-5	-5Ф										-5Ф
-4		-4Ф								-4Ф	
-3			-3Ф						-3Ф		
-2				-2Ф				-2Ф			
-1					-Ф	-Ф	Ф				
0					-Ф		Ф				
1					-Ф	Ф	Ф				
2				2Ф				2Ф			
3			3Ф						3Ф		
4		4Ф								4Ф	
5	5Ф										5Ф

Рисунок 3. Особенности чисел Фибоначчи

На рисунке 3 хорошо видно, что число таких рядов Фибоначчи устремляется в бесконечность, но они предсказуемы, так как имеют центробежную лучевую структуру.

b/a	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
-5			Ф								
-4			Л								
-3				Ф	Л					Л	Ф
-2					Ф		Л		Ф		
-1				Л	Ф	Ф	Ф	Ф	Л		
0					Ф		Ф				
1			Л	Ф	Ф	Ф	Ф	Л			
2			Ф		Л		Ф				
3	Ф	Л					Л	Ф			
4									Л		
5									Ф		

Рисунок 4. Особенности чисел Фибоначчи

Сделаем данную фигуру более наглядной (рис. 4), проведя отрезок из центра симметрии, двигаясь через индексы Ф и Л до конечных клеток. В результате получаем два новых рисунка.

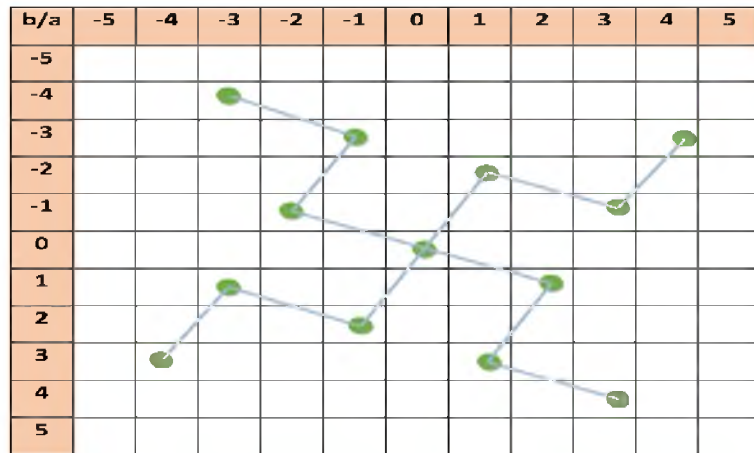


Рисунок 5. Для совокупности клеток Л

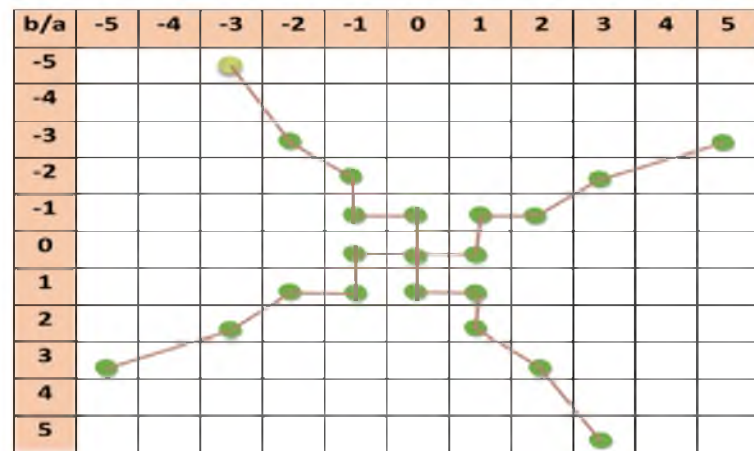


Рисунок 6. Для совокупности клеток Ф

Обе фигуры имеют вид двойной свастики, причем обе немного сдвинуты относительно оси вращения. При совмещении на одном рисунке многократно пересекаются.

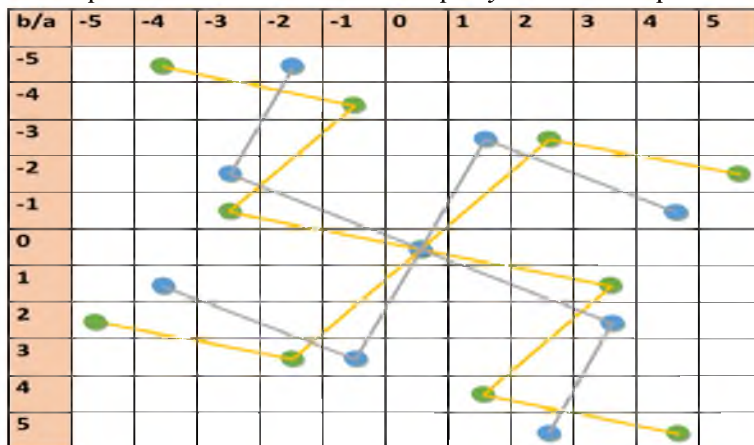


Рисунок 1. Для типов Ф-3 и Ф-4

Обращает на себя внимание и то, что такая конструкция на ряду с идеей вращения символизирует так же и идею поступательного движения, имея облик «шагающего человека». Наиболее ярко это можно увидеть, если рассмотреть рисунок 7.

Так же можно увидеть, что в этой конструкции, начиная от центра, для Ф и Л прописывается система квадратов. Квадраты имеют переменный угол наклона относительно осей симметрии.

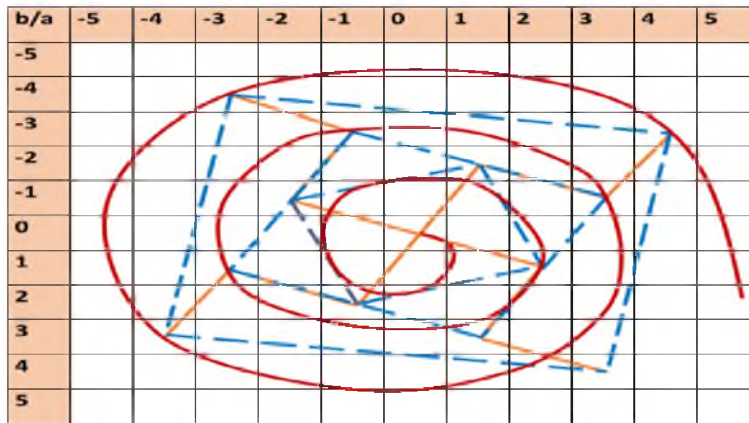


Рисунок 8. Для совокупности клеток Л

Соединив центр симметрии с четырьмя вершинами первого квадрата, а затем и с другими углами по мере удаления. В квадраты последовательно вписываются «кольца» спиралей, образуя нечто вроде паутинообразной свастики.

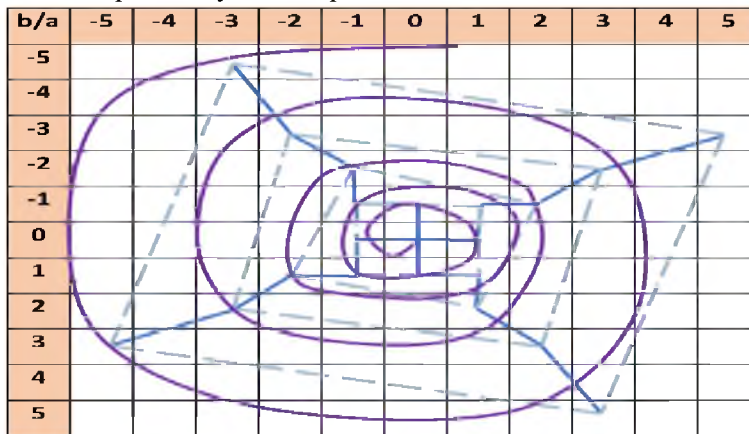


Рисунок 9. Для совокупности клеток Ф

## Вариации

### Задача № 1

Продолжим последовательность в противоположную сторону, сохранив при этом основное правило: каждый член равен сумме двух предыдущих.

Решение:

К последовательности можно приписать слева неограниченно много членов: необходимо лишь каждый раз вычесть из второго члена первый, а разность приписать к последовательности перед первым членом.

$$2 - 1 = 1,$$

$$1 - 1 = 0,$$

$$0 - 1 = (-1),$$

$$1 - (-1) = 2, \dots$$

В результате мы получим последовательность, неограниченно продолжающуюся в обе стороны: ... -21, 13, -8, 5, -3, 2, -1, 1, 0, 1, 1, 2, 3, 5, ...

### Задача № 2

Пусть некоторое дерево растет так, что каждая новая ветвь в первый год только тянется вверх или в сторону, а затем (начиная со второго года) ежегодно дает по одному боковому побегу. Спрашивается, сколько ветвей будет на дереве, выросшем из саженца без единого бокового отростка, через 1, 2, 3, 4 года и т.д.?

Решение:

Такое дерево, выросшее в полном соответствии с условиями задачи, изображено на рисунке. У двухлетнего дерева имеется лишь 1 ветвь, у трехлетнего дерева число ветвей

возрастет до 2, у четырехлетнего – до 3, у пятилетнего – до 5, у шестилетнего – до 8. Эта задача напоминает классическую задачу о кроликах. Если выписать эти числа подряд, то получится последовательность Фибоначчи. Нетрудно понять, почему выполняется правило, по которому любой член последовательности равен сумме двух предыдущих. Какого бы возраста ни достигло дерево, число ветвей у него равно сумме числа ветвей, которые были год назад, и числа вновь появившихся боковых побегов. Последнее же в точности совпадает с числом ветвей, бывших у дерева два года назад, так как новые побеги могли пустить те и только те ветви, возраст которых не меньше двух лет.

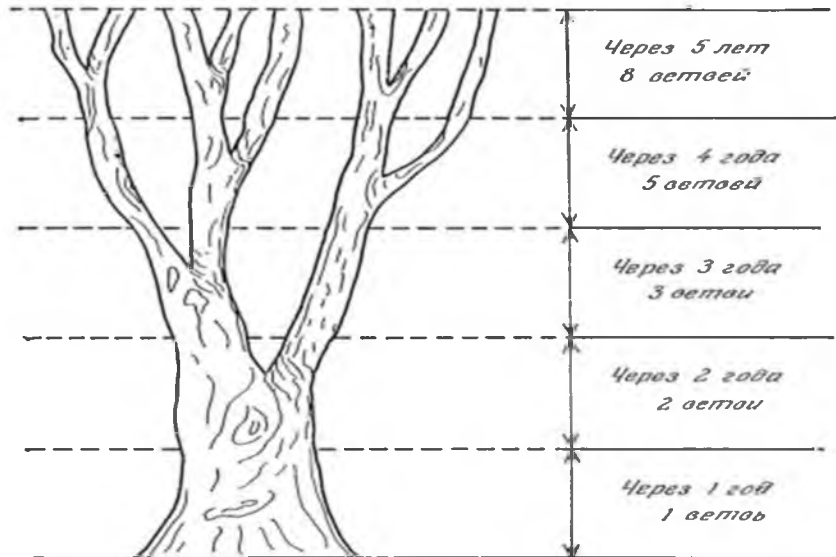


Рисунок 10. Решение задачи № 2

### Задача № 3

Дома в новом поселке требуется окрасить так, чтобы каждый этаж оказался выкрашенным либо в белый, либо в синий цвет. Из эстетических соображений никакие два соседних этажа не должны быть окрашены в синий цвет.

Сколькими способами можно окрасить дома в поселке с соблюдением указанных требований, если число этажей задано?

Решение:

Все возможные способы окраски одно-, двух-, трех- и четырехэтажных домов показаны на рисунке. Ясно, что одноэтажные дома можно окрасить двумя способами, двухэтажные – тремя, трехэтажные – пятью и четырехэтажные – восемью способами. Это означает, что с увеличением числа этажей число способов возрастает следующим образом: 2, 3, 5, 8, ...

Эта последовательность совпадает с последовательностью чисел Фибоначчи, у которой отброшен первый член. Проверим правда ли, что пятиэтажные дома можно окрасить 13 способами.

Верхний этаж пятиэтажного дома можно красить либо в белый, либо в синий цвет. Способов окраски пятиэтажного дома, при которых верхний этаж выкрашен в белый цвет, существует столько же, сколько имеется способов правильной окраски четырехэтажных домов (то есть 8). Действительно, возведя на каждом из 8 четырехэтажных домов, изображенных на рисунке, по одному этажу и выкрасив надстройку в белый цвет, мы получим все возможные варианты окраски пятиэтажных домов, при которых верхний этаж оказывается белым. Число способов окраски пятиэтажных домов, при которых верхний этаж выкрашен в синий цвет, можно найти при помощи следующих рассуждений. Если пятый этаж выкрашен в синий цвет, то четвертый этаж непременно выкрашен в белый цвет, так как по условиям задачи два соседних этажа не могут быть выкрашены в синий цвет. Следовательно, число всех возможных вариантов окраски пятиэтажных домов, при

которых верхний этаж выкрашен в синий цвет, мы получим, возведя на каждом из 5 правильно окрашенных трехэтажных домов, изображенных на рисунке, еще по два этажа и выкрасив четвертый этаж в белый, а пятый – в синий цвет. Итак, пятиэтажные дома можно окрасить  $8 + 5 = 13$  способами. Как показывают аналогичные рассуждения, шестиэтажные дома можно окрасить в белый и синий цвета (с соблюдением условий задачи)  $8 + 13 = 21$  способом, семиэтажные –  $13 + 21 = 34$  способами и т.д. Мы видим, что и на этот раз при решении задачи возникает последовательность Фибоначчи.

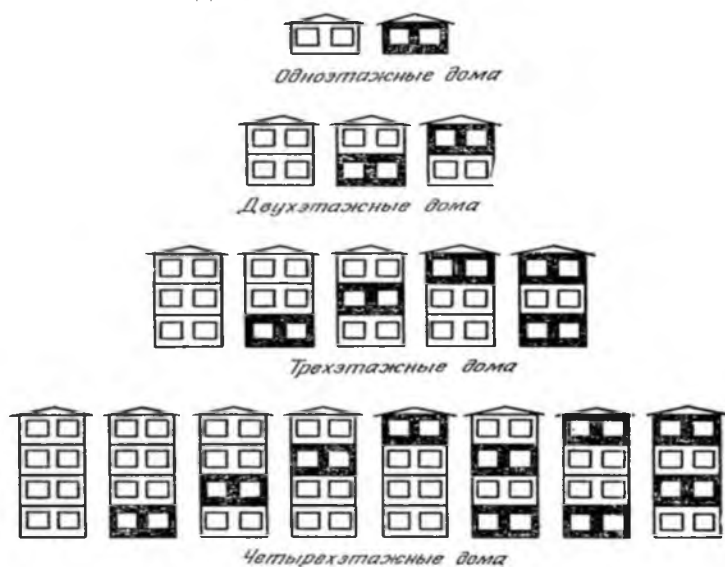


Рисунок 11. Решение задачи № 3

#### Задача № 4

На банкете гостей рассаживают за круглым столом. Все места за столом перенумерованы. Сколькими способами можно рассадить за столом мужчин и женщин так, чтобы две дамы не сидели рядом.

На рисунке представлены все возможные способы размещения за столом 2, 3, 4, 5 и 6 гостей (номера мест, доставшихся дамам, обведены кружками).

Решение:

Число способов, которыми можно рассадить за круглым столом 2, 3, 4, 5 и 6 образуют последовательность: 3, 4, 7, 11, 18, ...

Чтобы установить, каким образом члены последовательности связаны с числами Фибоначчи, выясним, почему за стол, накрытый на 5 персон, гостей можно рассадить 11 способами. На каждом месте за столом может сидеть мужчина или дама. Если за столом сидит мужчина, то на остальные четыре места гостей можно рассадить столькими же способами, сколько существует вариантов поэтажной окраски в белый или синий цвет четырехэтажного здания, то есть 8 способами. Если же за столом на каком-то месте сидит дама, то на соседних местах справа и слева от нее должны сидеть мужчины, а на остальных двух местах мужчин и дам можно рассадить столькими же способами, сколько существует вариантов окраски двухэтажного здания, то есть 3 способами, и  $8 + 3 = 11$ . Аналогичным образом нетрудно убедиться в том, что за столом, накрытым на 6 персон, гостей можно рассадить  $13 + 5 = 18$  способами и т. д.

Следовательно, числовую последовательность мы получим из последовательности (1), образуемой числами Фибоначчи, прибавив к каждому члену последовательности (начиная с третьего) два предыдущих члена:  $2 + 1 = 3$ ,  $3 + 1 = 4$ ,  $5 + 2 = 7$ ,  $8 + 3 = 11$ ,  $13 + 5 = 18$  и т.д.

Заметим, что число способов, которыми можно разместить за столом, накрытым на 1 персону, удастся включить в намеченную схему, если считать недопустимым, чтобы дама сидела за столом в одиночестве. Приняв это предположение, мы сможем рассадить

гостей за одноместным столом в полном соответствии с общим правилом  $1 + 0 = 1$  способом.

Заметим, что требование, предъявляемое к размещению гостей за столом, допускает разумную интерпретацию: мужчины развлекают дам застольной беседой и поэтому рядом с каждой дамой по правую и левую руку от нее должны сидеть мужчины. У тех же, кто сидит за столом, накрытым на 1 персону, нет соседей (можно считать, что сидящие в одиночестве за отдельными столиками, являются соседями).

Итак, мы видим, что решение задачи также приводит к числам Фибоначчи, но ответ задачи дает не соответствующее число Фибоначчи, а сумма двух таких членов последовательности, больший из которых расположен на два места правее меньшего.

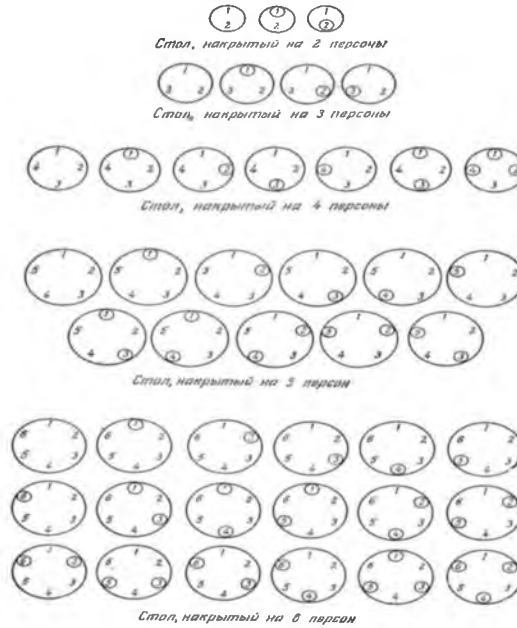


Рисунок 2 Решение задачи №4

### Выводы

1. В пространстве классические последовательности Фибоначчи и Люка на начальной стадии формирования ряда имеют вид двойной свастики. Причем Свастика Ф и Свастика Л «вращаются» с некоторым сдвигом по фазе. Такая конструкция наряду с идеей вращения символизирует также и идею поступательного движения, имея облик «шагающего человечка».

2. Данная фигура имеет отношение и к колебательному движению, что проявляется в подъеме и опускании «ног» человечка при поочередном изменении направления вращения фигуры и ее поступательного движения вперед.

3. Последовательности Фибоначчи и Люка в пространстве имеют прерывистую лучевую структуру, причем эта прерывистость задается правилом и рядом Фибоначчи, числа которого по мере удаления от центра симметрии также образуют ряд Фибоначчи. Это позволяет получать числовые значения классических рядов на любом расстоянии от центра симметрии пространства Фибоначчи.

### Заключение

Начав рассматривать «вариации» чисел Фибоначчи, мы затронули множество интересных вопросов, относящихся к алгебре, теории чисел, комбинаторике, геометрии. Разумеется, избранная тема отнюдь не исчерпана, но и приведенных выше «вариаций» достаточно для того, чтобы понять что, простая математическая задача при всестороннем рассмотрении позволяет заглянуть в широкий круг актуальных проблем современной математики. Тем самым мы подтвердили свою гипотезу.

## СРЕДСТВО КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПЕРЕГРУЗОЧНОЙ СПОСОБНОСТИ ТРАНСФОРМАТОРА

Золотов Всеволод Дмитриевич  
Россия, Алтайский край, город Барнаул  
МБОУ «Лицей «Сигма», 9Б класс  
*e-mail: sigma\_barnaul@mail.ru*

**Аннотация.** Работа посвящена изучению перегрузочной способности трансформатора. Предложено решение этой проблемы за счет контроля температуры трансформаторного масла, описана система контроля перегрузки трансформатора. Система контроля реализована на платформе ArduinoUNO с использованием терморезистора.

**Ключевые слова:** трансформаторы, системы охлаждения, контроль температуры, терморезисторы, термисторы, широтно-импульсная модуляция, ШИМ, микроконтроллеры, язык программирования, Arduino.

**Место выполнения работы.** Работа выполнена на базе МБОУ «Лицей «Сигма». Научный руководитель: Абрамович Ирина Витальевна, учитель физики. Консультанты: Белицин Игорь Владимирович, преподаватель энергетики, ФГБОУ ВО «АлтГТУ им. И.И. Ползунова»; Серков Сергей Никифорович, педагог дополнительного образования МБУДО «ЦРТДиЮ» Ленинского района.

### Описание разработки Введение

В настоящее время потребление электрической энергии постоянно растет.

В энергетике, пожалуй, самым дорогостоящим элементом является трансформатор. Трансформаторы нередко начинают работать на износ, и, как следствие, перегреваются. Решение этой проблемы довольно простое – использование средств охлаждения трансформатора. Но бывают ситуации, в которых даже эти средства не смогут уберечь трансформатор от перегрузки. Если снизить нагрузку на трансформатор, то практическое энергоснабжение снизится в разы. Чтобы этого не происходило, мы предлагаем сохранять данные о температуре трансформатора во время его работы. В случае перегрузки, температура его поверхности будет превышать допустимые значения. Следовательно, используя выведенную информацию или график зависимости температуры от времени, можно будет узнать, в течение какого времени трансформатор находился в перегрузке. Эта информация может потребоваться для улучшения систем охлаждения или для создания нового трансформатора, устойчивого к перегрузкам.

**Цель работы** – создать систему, измеряющую температуру и управляющую средствами охлаждения трансформатора, а также сохраняющую и передающую данные об измерениях по проводной и беспроводной связи для оценки перегрузочной способности трансформатора.

**Объект исследования:** процесс контроля температуры трансформаторного масла с помощью технических средств.

**Предмет исследования:** зависимость сопротивления терморезистора от температуры окружающей среды; зависимость тока в цепи от скважности или коэффициента заполнения при использовании ШИМ-сигнала; зависимость нагрева трансформаторных обмоток от проходящего через них тока.

### **Задачи:**

1. Обзор и анализ литературных источников, посвященных особенностям работы с платформами Arduino.

2. Подбор оборудования для корректной работы системы.
3. Изучение и анализ литературы о работе полупроводников.
4. Определение температуры терморезистора по его сопротивлению.
5. Разработка модели системы, осуществляющей измерение температуры с последующей передачей информации по проводной и беспроводной связи.
6. Изучение и анализ литературных источников, посвященных ШИМ (Широтно-Импульсной Модуляции).
7. Разработка модели системы, осуществляющей управление средством охлаждения трансформатора.
8. Создание программы и разработка алгоритмов для работы системы.
9. Изучение модели и свойств масляного трансформатора.
10. Создание модели масляного трансформатора.
11. Изучение нагрева трансформатора при перегрузке.

Таблица 1

## Перечень оборудования для создания системы

Микроконтроллер ArduinoUNO	Вентилятор от компьютера
Соединительные провода	Полевой или MOSFET транзистор.
Термистор B57164-K 103-J, сопротивлением на 10кОм	Диод выпрямительный 1N4007 (1шт)
Резисторы, сопротивлением на 10кОм (4 шт.)	Модуль реального времени.
LDC (жидкокристаллический) экран	Bluetooth-модуль HC-06
USB кабель	Переключатель

## Особенности программного обеспечения

Язык программирования микроконтроллера ATmega328P. основан на C/C++. Этот язык многофункционален, и пользуется большим спросом среди программистов платформ Arduino.

Платформа Arduino может измерять входное в нее напряжение, выдавать выходное напряжение и производить вычисления. На основе этого создаются программы, включающие в себя такие функции, как:

- управление и контроль устройства;
- считывание показаний устройства;
- систематизация нескольких устройств.

Терморезистор (термистор) – полупроводниковый прибор, электрическое сопротивление которого изменяется в зависимости от его температуры. Терморезистор был изобретён Самюэлем Рубеном в 1930 году.

Существуют два вида термисторов – с NTC (отрицательный температурный коэффициент) и с PTC (положительный температурный коэффициент). В большинстве случаев для измерения температуры используются NTC сенсоры [1]. Данный NTC терморезистор называется B57164-K 103-J.

## Основные заводские параметры

Сопротивление 10 кОм, при 25°C. Допустимое отклонение: ±5%.

Диапазон рабочих температур:- 55°C до + 125°C.

Параметр B = 4200±3%.

Диаметр 5 мм.[2].[3].[4].

## Зависимость сопротивления от температуры

Точного уравнения для описания поведения термистора не существует, имеются только приближенные, ведь зависимость сопротивления полупроводников от их температуры, в отличие от металлов, не является прямо пропорциональной. Сопротивление тер-



морезистора с отрицательным ТКС уменьшается приблизительно по экспоненте  $y = e^x$  с увеличением температуры [5].

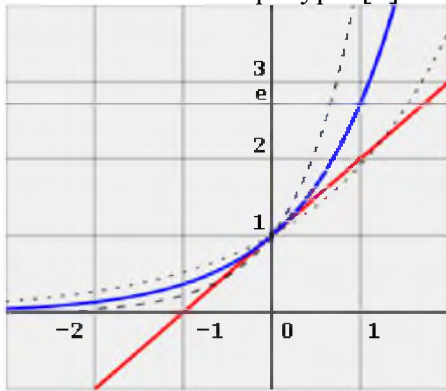


Рисунок 1. График экспоненты.

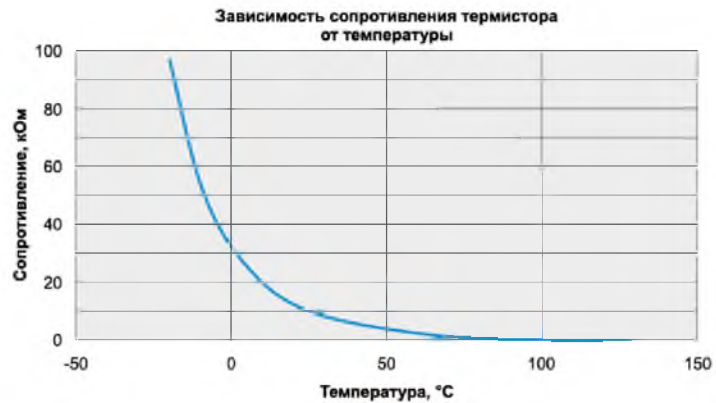


Рисунок 3. График зависимости сопротивления терморезистора от температуры

### Измерение сопротивления

Для измерения температуры полупроводников используется их текущее сопротивление, поэтому, выразим сопротивление терморезистора по закону Ома. Так, как микроконтроллер умеет измерять напряжение, а не ток, придется использовать схему равноплечего делителя напряжения, и рассчитывать сопротивление через напряжение.

Схема подключения терморезистора в цепи такая:

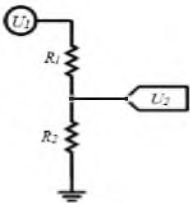


Рисунок 3. Схема подключения терморезистора R2

где:

$R_1$  – резистор на 10 кОм.

$R_2$  – терморезистор.

$U_1$  – напряжение питания микроконтроллера [6].

Сила тока, протекающая через цепь, не изменяется так, как резисторы подключены последовательно, и по закону Ома она может быть рассчитана как:

$$I = \frac{U_1}{R_1 + R_2}$$

По тому же закону Ома можно выразить силу тока  $I$ , протекающую в терморезисторе  $R_2$ :

$$I = \frac{U_2}{R_2}$$

Уравняв правые части уравнений, и выразив сопротивление  $R_2$ , получаем формулу для вычисления сопротивления терморезистора  $R_2$ :

$$R_2 = \frac{U_2 \times R_1}{U_1 - U_2}$$

Текущую температуру термистора можно вычислить по пропорции, но точные показания можно будет получить в очень ограниченных пределах, около  $\pm 10^\circ\text{C}$ . Поэтому вычисления температуры терморезистора существует уравнение Стейнхарта-харта. Оно позволяет реализовать достаточно точные и достоверные вычисления температуры. Уравнение достаточно сложное и требует большого количества переменных-параметров, которые не всегда присутствуют для конкретного термистора.

$$\frac{1}{T} = A + B \ln(R) + C(\ln(R))^3$$

Рисунок 4. Уравнение Стейнхарта-харта

Вместо этого уравнения можно использовать экспоненциальное уравнение с коэффициентом В. Коэффициент температурной чувствительности (В) – это коэффициент в показателе экспоненты температурной характеристики термистора. Значение этого коэффициента, зависящее от свойств материала термистора, практически постоянно для данного термистора в рабочем диапазоне температур, и для различных типов термисторов находится в пределах от 700 до 15 000 К.

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{T_0} + \frac{1}{B} \ln \left( \frac{R}{R_0} \right)$$

Рисунок 5. Экспоненциальное уравнение, для нахождения температуры термистора где: Т – Искомая температура (по Кельвину).

T<sub>0</sub> – Номинальная температура 298,15К (температура по Кельвину, соответствует 25°C).

R – Сопротивление терморезистора.

R<sub>0</sub> – Номинальное сопротивление терморезистора при температуре 298,15 К.

B – Коэффициент температурной чувствительности. [1].

### Оценка погрешности измерения температуры

У данного термистора наблюдается отклонение номинального сопротивления от нормы на ±5%, а отклонение коэффициента температурной чувствительности, используемого в уравнении расчета температуры, составляет ±3%. [4].

Чтобы определить максимально возможную погрешность измерения температуры, был создан программный код (будет описан в приложении А2), оценивающий максимально возможную погрешность уравнения для расчета температуры при трех значениях коэффициента температурной чувствительности В: 3990(-3%), 4410(+3%), 4200 (заводское), и учитывающий отклонение терморезистора R<sub>0</sub>: 9500Ом (-5%), 10500Ом (+5%), 10000Ом (заводское), а также суммарную погрешность уравнения.

БЕЗ ПОГРЕШНОСТИ	94.42 °C	94.42 °C	94.42 °C
С ПОГРЕШНОСТЬЮ	91.94 °C	95.96 °C	90.41 °C
РАЗНОСТЬ	±2.48 °C	±1.54 °C	±4.01 °C
БЕЗ ПОГРЕШНОСТИ	89.08 °C	89.08 °C	89.08 °C
С ПОГРЕШНОСТЬЮ	86.83 °C	90.57 °C	85.33 °C
РАЗНОСТЬ	±2.25 °C	±1.49 °C	±3.75 °C
БЕЗ ПОГРЕШНОСТИ	84.17 °C	84.17 °C	84.17 °C
С ПОГРЕШНОСТЬЮ	82.12 °C	85.63 °C	80.66 °C
РАЗНОСТЬ	±2.05 °C	±1.45 °C	±3.51 °C
БЕЗ ПОГРЕШНОСТИ	79.64 °C	79.64 °C	79.64 °C
С ПОГРЕШНОСТЬЮ	77.76 °C	81.05 °C	76.34 °C
РАЗНОСТЬ	±1.87 °C	±1.42 °C	±3.29 °C
БЕЗ ПОГРЕШНОСТИ	75.14 °C	75.14 °C	75.14 °C
С ПОГРЕШНОСТЬЮ	73.44 °C	76.52 °C	72.05 °C
РАЗНОСТЬ	±1.70 °C	±1.38 °C	±3.08 °C

Рисунок 6. Результат оценки погрешности

В данной таблице показан вывод данных об оценке погрешности уравнения в последовательный порт компьютера в результате работы кода:

- в первой колонке – данные о оценке погрешности расчета температуры при отклонении коэффициента температурной чувствительности ±3%;
- во второй колонке – данные о оценке погрешности расчета температуры при отклонении номинального сопротивления терморезистора ±5%;
- в третьей колонке – данные о оценке суммарной погрешности расчета температуры, учитывающие отклонение коэффициента В и номинального сопротивления R<sub>0</sub>.

По произведенному эксперименту стоит заметить, что погрешность экспоненциального уравнения для расчета температуры терморезистора увеличивается, пропорционально модулю разности между номинальной температурой и текущей температурой термистора. Другими словами, чем больше температура термистора отлична от 25°C, тем больше становится погрешность. Так, например, при 0°C и 50°C, максимальная погрешность уравнения составляет  $E_{\text{макс.}} = \pm 2,02^\circ\text{C}$ , а при 100°C и -75°C,  $E_{\text{макс.}} = \pm 4,26^\circ\text{C}$ .

Точно измерив номинальное сопротивление термистора и коэффициент температурной чувствительности, можно сократить погрешность измерений до минимума, тем самым значительно повысить точность измерений.

Истинное сопротивление термистора ( $R_0$ ), при 25°C, после расчета по формуле:

$$R_2 = \frac{U_2 \times R_1}{U_1 - U_2}$$

Составило  $R_0 = 9635,32\text{Ом}$ . Данное значение входит в пределы отклонения, указанные производителем ( $\pm 5\%$ ).

Коэффициент температурной чувствительности был найден экспериментально путем измерения сопротивлений термистора при температурах  $T$  и  $T_0$  по формуле:

$$B = \frac{T \times T_0}{T_0 - T} \times \ln \left( \frac{R}{R_0} \right)$$

При разных температурах были вычислены значения  $B$

Температура, °C	Рассчитанное значение коэффициента $B$ , К
125	4244,14
100	4194,38
75	4.231,54
50	4129,38

Для наибольшей точности было вычислено среднее значение параметра  $B$ .  $B_{\text{всп.}} = 4199,86\text{К}$ . Найденное усредненное значение  $B$  практически соответствует заводскому (4200), разница составляет лишь 0,24, поэтому этой разницей можно пренебречь, вернувшись к заводскому значению.

Данными вычислениями получилось сократить погрешность уравнения до минимума, осталось лишь узнать реальную погрешность измерения.

Для измерения погрешности измерения температуры был использован электронный термометр ТЭН-5, погрешность которого составляет  $\pm 0,2^\circ\text{C}$ , а диапазон измерения температур располагается в пределах от  $-60^\circ\text{C}$  до  $200^\circ\text{C}$ .

Точность измерения была оценена при пяти разных температурах:

Показания ТЭН-5, C	Показания устройства, C	Отличие, C
100	99,49	-0,51
75	74,74	-0,26
50	49,88	-0,12
25	24,93	-0,06
0	-0,12	-0,12

По результатам проведенных испытаний, была замечена систематическая погрешность устройства. Показания устройства всегда оказывались ниже показаний термометра, причем с увеличением температуры наблюдается пропорциональное повышение систематической погрешности (каждые  $25^\circ\text{C}$ , погрешность увеличивается почти в 2 раза).

Систематическая погрешность и ее компенсация

Для того, чтобы исключить систематическую погрешность – было принято решение скомпенсировать данную неточность. В программе Advanced Grapher, был построен график зависимости систематической погрешности от температуры.

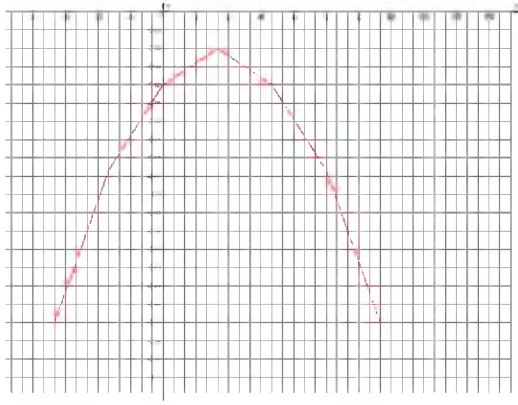


Рисунок 8. График зависимости систематической погрешности (y)

После построения графика было замечено его сходство с параболой, поэтому по значениям погрешности и температуры была создана квадратичная функция, которая наиболее приближенно описывает данный график при разных значениях температуры:

$$e = -k(t - t_0)^2 - e_{t0}$$

где:

$e$  – Систематическая погрешность.

$k$  – Коэффициент 0.0000825.

$t$  – Температура при систематической погрешности.

$t_0$  – Номинальная температура.

$e_{t0}$  – Систематическая погрешность при номинальной температуре.

Коэффициент  $k$  – среднее значение, вычисленное при разных температурах по формуле:

$$k = -\frac{e + e_{t0}}{(t - t_0)^2}$$

В результате проделанной работы было получено уравнение практически компенсирующее систематическую погрешность в диапазоне температур от  $-50^{\circ}\text{C}$  до  $100^{\circ}\text{C}$ , а также создан его график.

Путем компенсации систематической погрешности, погрешность измерения относительно электронного термометра стремится к нулю, а, следовательно, можно считать действительную погрешность устройства равной  $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ .

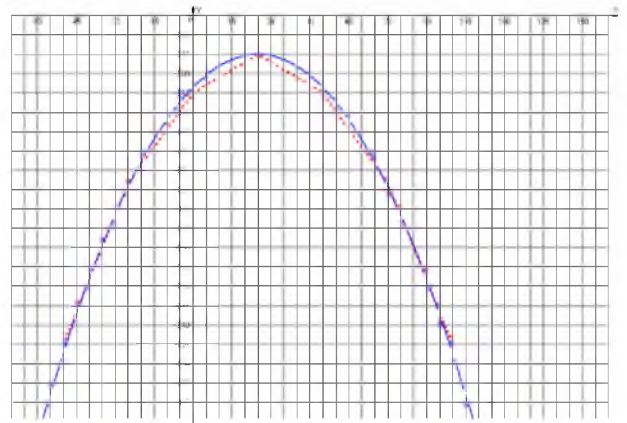


Рисунок 5 Парабола (синий), наиболее приближенно описывающая график зависимости систематической погрешности, от температуры (красный пунктир)

## Разработка системы

### Передача данных по шине I2C

Низкоскоростная шина I2C используется для связи между отдельными интегральными микросхемами, расположенными на одной печатной плате. Преимущество данной шины заключается в том, что для передачи данных используется всего четыре провода: Vcc (Питание), Gnd (Земля), SDA (Провод данных), SCL (Тактовый провод).

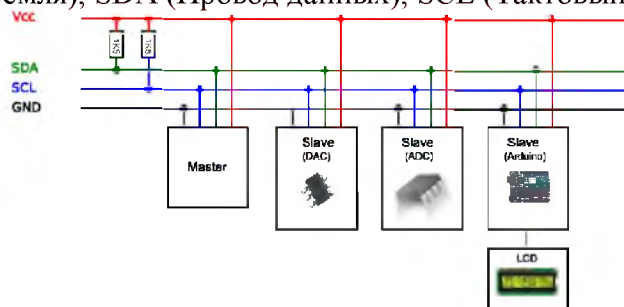


Рисунок 9. Схема устройства низкоскоростной шины I2C. [7]

Для передачи данных по шине используется два типа устройств Master (Главное устройство) и Slave (Ведомое устройство). Количество ведомых устройств может достигать порядка 100, общая максимальная емкость до 400 пф, а длина нескольких метров [8].

В данной схеме была использована данная технология, так как это позволяет сократить количество проводов до минимума. На рисунке 10 к микроконтроллеру Arduino UNO подключен по шине I2C модуль часов реального времени и дисплей. Красный провод – Vcc (+5В), черный провод – Gnd (Земля), желтый провод – SDA (Провод данных), зеленый провод – SCL (Тактовый провод).

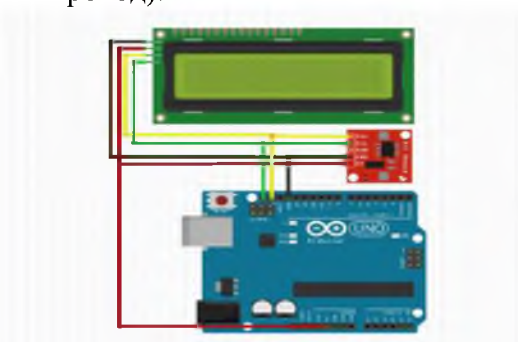


Рисунок 10. Схема подключения модулей по шине I2C. Создана в программе Fritzing

#### Управление нагрузкой с помощью ШИМ

Широтно-Импульсная Модуляция (ШИМ) – процесс управления мощностью, подводимой к нагрузке, за счет изменения коэффициента заполнения путём изменения скважности импульсов при постоянной частоте.

Скважность – безразмерная величина, один из классификационных признаков импульсных систем, определяющий отношение его периода следования (повторения) к длительности импульса. Часто используется величина, обратная скважности, которая называется коэффициентом заполнения.

Таким образом, для импульсного сигнала справедливы следующие соотношения:

$$S = \frac{T}{\tau} = \frac{1}{D}$$

где: S – скважность.

D – коэффициент заполнения.

T – период импульсов.

τ – длительность импульса [9].

#### Принцип управления нагрузкой

За счет изменения коэффициента заполнения, можно управлять током в цепи, так как ток – это отношение электрического заряда ко времени.

В микроконтроллерах Arduino ШИМ-сигнал принимает значения от 0 до 255. Поэтому, чтобы управлять нагрузкой на вентилятор за счет изменения температуры по принципу, чем выше температура – тем выше скорость оборотов вентилятора, необходимо преобразовать некоторые значения, от которых зависит температура, в значения диапазона ШИМ-сигнала. Так как при повышении температуры аналоговый сигнал (от 0 до 1023), считываемый с делителя напряжения уменьшается пропорционально температуре, то можно использовать эту зависимость для регулирования скорости вращения мотора. С помощью данного фрагмента кода: `float voltage = analogRead (A0); voltage = map (voltage, 0, 1023, 255, 0).`

Происходит преобразование аналогового сигнала, считываемого с входа A0, в цифровой сигнал, за счет которого в дальнейшем будет происходить регулирование оборотов вентилятора.

## Регулирование оборотов двигателя

Регулирование оборотов вентилятора, охлаждающего трансформаторный бак, происходит по тому же принципу Широтно-Импульсной Модуляции. Но поскольку максимальное напряжение цифровых выходов ArduinoUNO составляет 5 Вольт, а максимальный ток может достигать 20мА, то управление нагрузкой в виде вентилятора, рабочее напряжение которого составляет 12Вольт, а максимальный ток 0,6А, становится невозможным. Поэтому было принято решение использовать полевой транзистор.

Полевой транзистор – это электропреобразовательный прибор, в котором ток, протекающий через канал, управляется электрическим полем, возникающим при приложении напряжения между затвором и истоком, и который предназначен для усиления мощности электромагнитных колебаний [10].

За счет возможности транзистора усиливать мощность электромагнитных колебаний получится усилить и мощность ШИМ-сигнала, подавая его на затвор полевого транзистора. Тогда транзистор на рисунке 14 будет пропускать электрический ток источника питания через сток и исток с частотой ШИМ-сигнала Arduino. К стоку транзистора в свою очередь подключена нагрузка, но так как нагрузка в виде мотора, при работе генерирует обратный ток, в цепи необходим выпрямительный диод, защищающий полевой транзистор от обратного тока. Резистор в схеме нужен для того, чтобы после прекращения подачи ШИМ-сигнала происходило закрытие транзистора, иначе транзистор будет всегда открыт т.е. генерации ШИМ-сигнала происходить не будет.

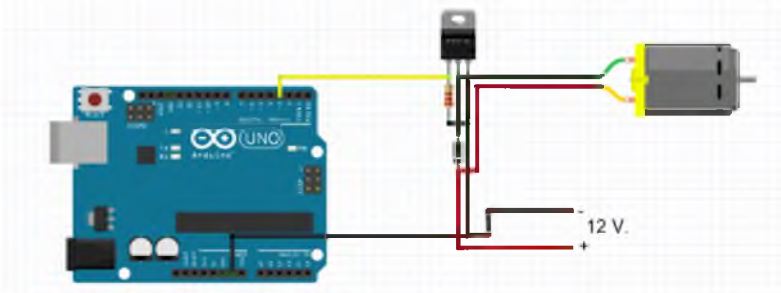


Рисунок 14. Схема для регулирования оборотов двигателя

### Передача и получение данных микроконтроллером

Процесс работы микроконтроллера сопровождается путем множества вычислений, и конечно, хотелось бы отслеживать его работу, например, выводить данные в последовательный порт компьютера за счет функции Serial.print.

Но для данного способа требуются провода, и это не практично, поэтому было принято решение использовать Bluetooth модуль HC-06 для беспроводной передачи информации.

Взаимодействие Arduino с данным модулем происходит также, как и с USB-входом компьютера по линиям RX и TX.

```

COM3 (Arduino/Gemini_Usb)
Time 21:44:00
temperature $24.09; grade C
resistance 10058.82
motor 128.00

Time 21:44:01
temperature $24.09; grade C
resistance 10058.82
motor 127.00

time 21:44:02
temperature $24.09; grade C
resistance 10058.82
motor 128.00

time 21:44:03
temperature $24.09; grade C
resistance 10058.82
motor 128.00
  
```

Рисунок 15. Вывод данных в последовательный порт компьютера

Для подключения используется всего 4 провода Vcc, Gnd, RX и TX. А для передачи информации используется та же функция Serial.print.

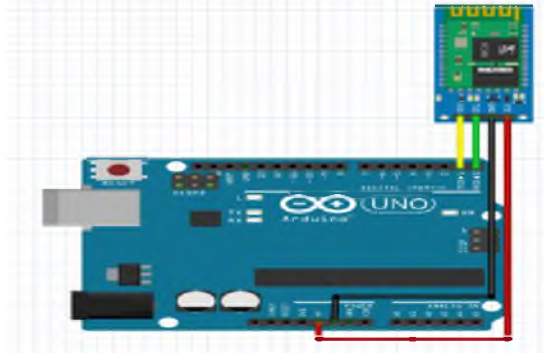


Рисунок 17. Схема подключения Bluetooth-модуля HC-06

Благодаря подключению Bluetooth-модуля стала возможной передача информации на расстояние до 30 метров, а также возможность передачи данных на телефон. Также, вводя данные в последовательный порт компьютера или Bluetoothтерминал телефона различные команды, микроконтроллер передает данные по запросу, а при превышении температуры отправляет тревожный сигнал. На рисунке 18 показан запрос об информации с помощью команд 1,2,3,4 и получение соответствующих данных.

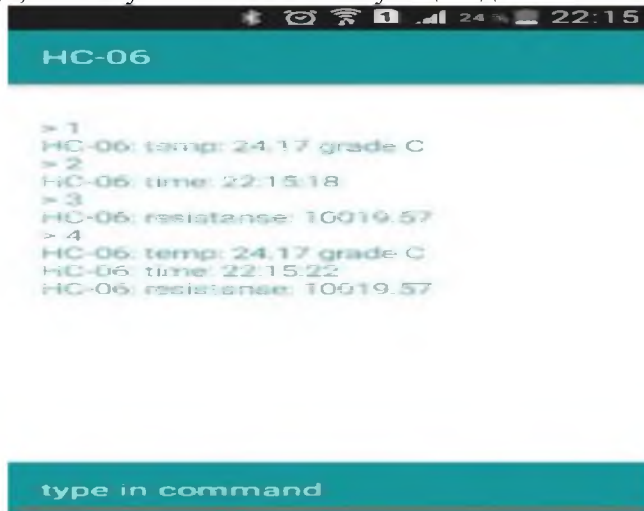


Рисунок 18. Запрос данных с помощью команд и получение по ним данных.  
Программа Arduino Bluetooth

Нельзя не упомянуть и о возможности получения Графика зависимости температуры от времени с помощью программы SerialPortPlotter. График строится в реальном времени по значениям, приходящим в последовательный порт. Но в начале и конце каждого значения должны стоять \$ и, соответственно.

Фрагмент кода для вывода значений температуры непосредственно для построения графика:

```
Serial.print("$");
Serial.print(t);
Serial.print(";");
```

Так как возможно получение данных от микроконтроллера беспроводным путем, построение графика на компьютере может происходить вдали от устройства.

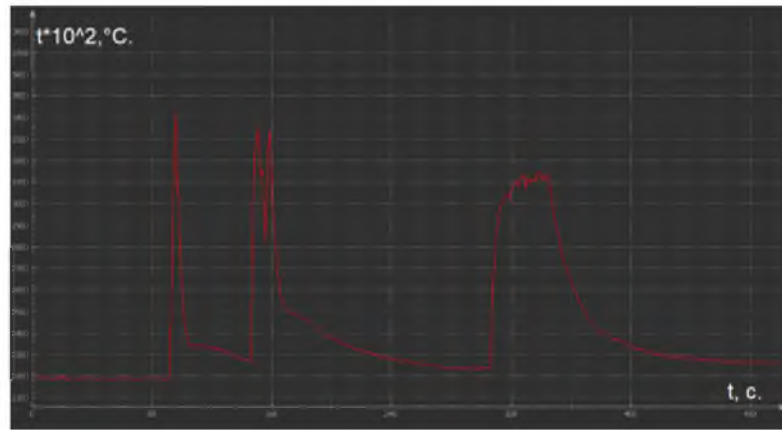


Рисунок 19. Процесс построения графика зависимости температуры от времени

На данном графике показан график значений температур от времени при нагреве в разные по продолжительности промежутки времени.

#### Принцип работы кода

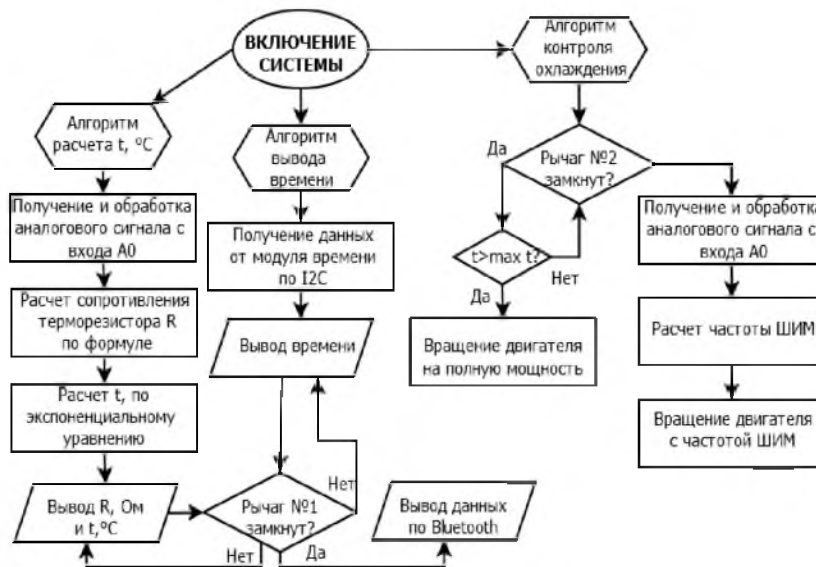


Рисунок 20. Блок-схема работы кода. Программа due

Принцип работы кода показан в виде блок-схемы на рисунке 20. Описание кода в текстовом виде, будет в приложении А.

#### Разработка модели системы

В качестве главной части устройства используется платформа Arduino Uno на базе микроконтроллера ATmega328P. Для получения точного времени используется модуль реального времени DS3231. Измерение температуры – происходит за счет терморезистора B57164-K 103-J. Для контроля охлаждения используется вентилятор, выпрямительный диод, полевой транзистор, резистор и переключатель, для изменения режимов работы охлаждения. Передачу данных на расстоянии, обеспечивает Bluetooth-модуль.



## Схема подключения

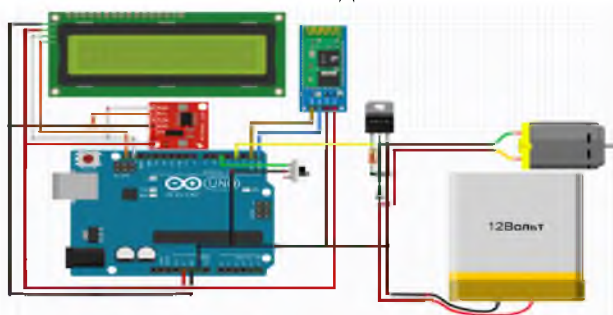


Рисунок 21. Схема подключения



Рисунок 22. Фото системы в работе

## Температурный контроль трансформатора

Масляный силовой трансформатор имеет спрос во многих отраслях промышленности, которые требуют значительного количества энергии. Данное устройство имеет высокую надежность и достаточно простое при эксплуатации. Этот тип трансформаторов выдерживает высокие температуры, но отлично работает при  $+40^{\circ}\text{C}$  до  $-60^{\circ}\text{C}$ .

Масляные трансформаторы имеют несколько преимуществ в своей конструкции в отличие от сухих: обмотки масляных трансформаторов защищены от внешних воздействий, масляные трансформаторы довольно редко нуждаются в профилактике и капитальном ремонте, масляные трансформаторы после перегрева будет достаточно просто отремонтировать.

Эти свойства делают силовые масляные трансформаторы максимально надежными, что позволяет ослабить надзор эксплуатации за ними [12].

Силовой масляный трансформатор состоит из пластин, образующих сердечник трансформатора. На обеих сторонах сердечника располагаются катушки или обмотки. Вся эта конструкция находится в баке с трансформаторным маслом. А для охлаждения масла, используются радиаторы. Отличительная особенность масляного трансформатора заключается в том, что он имеет маслорасширитель, который компенсирует колебания объема масла из-за изменения температур. Также в баке масляного трансформатора должна быть гильза, которая необходима для жидкостного термометра. Термометр необходим для измерения температуры верхнего слоя масла, что обеспечивает дополнительный контроль над функционированием трансформатора.



Рисунок 23. Схема устройства масляного трансформатора [13]

### Создание модели трансформатора



Рисунок 24. Сухой трансформатор в сравнении с линейкой

Модель масляного трансформатора создается исключительно для экспериментальных целей, а именно для температурного контроля трансформаторного масла. Поэтому обычный компактный сухой трансформатор с о-образным сердечником помещается в жестяную банку с машинным маслом.

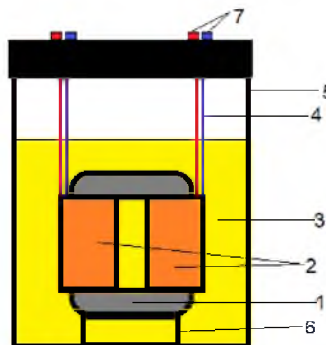


Рисунок 25. Схематичное изображение модели масляного трансформатора

где:

- 1 – магнитопровод;
- 2 – обмотки трансформатора;
- 3 – трансформаторное масло;
- 4 – провода;
- 5 – трансформаторный бак (банка);
- 6 – подставка для трансформатора;
- 7 – выходы для подключения.

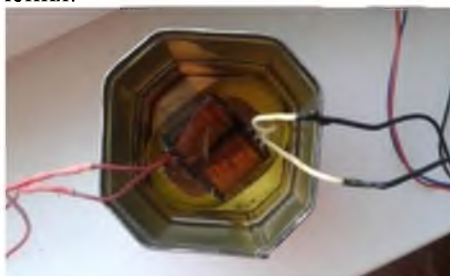


Рисунок 26. Модель масляного трансформатора

### Расчет характеристик трансформатора

Мощность данного трансформатора ( $P=3,88\text{Вт}$ ) была рассчитана по формуле:

$$P = \left( \frac{S}{1,3} \right)^2$$

где:  $S$  – площадь сечения трансформатора ( $2,56\text{ см}^2$ );  $1,3$  – усредненный коэффициент.

С помощью омметра было определено сопротивление первичной и вторичной обмоток, а также было измерено напряжение на обмотках трансформатора при включении в сеть.

	Первичная обмотка	Вторичная обмотка
Напряжение, В.	232,5	31,4
Сопротивление, Ом.	165	2

Коэффициент трансформации ( $k=7,4$ ), рассчитан по формуле:

$$k = \frac{U_1}{U_2}$$

#### Основные характеристики

Сечение магнитопровода, $\text{см}^2$	2,56
Мощность, Вт	3,88
Коэффициент трансформации	7,4

### Нагрузка для трансформатора

Для заметного нагрева трансформатора надо увеличить допустимую нагрузку, мощность которой в несколько раз превышает мощность трансформатора ( $3,88\text{ Ватт}$ ). Поэтому в качестве нагрузки для трансформатора был использован переключатель и моток провода общим сопротивлением  $0,3\text{ Ом}$ .



Рисунок 27. Нагрузка для трансформатора

Общее сопротивление цепи (вместе с обмоткой трансформатора) составило  $2,3\text{ Ом}$ , а ток при подключении нагрузки –  $4,5\text{ А}$ . Исходя из формулы мощности ( $P = I^2R$ ), рассчитаем общую мощность цепи.  $P$  цепи =  $46,57\text{ Вт}$ , что в 12 раз больше мощности трансформатора. Поэтому нагрев трансформатора будет очень заметен.

### Нагрев трансформатора и обмен теплоотдача окружающей среде

Исходя из закона Джоуля-Ленца, была составлена формула для расчёта энергии тепла, которая будет выделяться в результате работы трансформатора под нагрузкой:

$$Q = (I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2) \times (t_2 - t_1)$$

где:

$I_1$  – ток первичной обмотки;

$I_2$  – ток вторичной обмотки;

$R_1$  – сопротивление первичной обмотки;

$R_2$  – сопротивление вторичной обмотки;

$t_1$  – начальное время;

$t_2$  – конечное время.

В итоге мощность нагрева трансформатора составила 100 Вт/с.

Исходя из Первого Закона Термодинамики можем рассчитать энергию, которую отдаст бак трансформатора окружающей среде по формуле:  $Q_{loss} = Q_{out} - cm\Delta t$  где:

$Q_{loss}$  – энергия отданная окружающей среде;

$Q_{out}$  – энергия выделившаяся за время работы трансформатора;

$c$  – удельная теплота масла;

$m$  – масса масла;

$\Delta t$  – разность температур масла.

Отданная энергия изменяется в зависимости от температуры масла, а также мощности выделяемой трансформатором.

### Контроль температуры трансформаторного масла

Контроль температуры масла происходил по графику температуры, обновляющемуся каждую секунду. В начале, первые 40 секунд, тока в трансформаторе не было, а потом к трансформатору была подключена нагрузка. Это было сделано для того, чтобы показать зависимость температуры масла от времени при нагрузке на трансформатор.

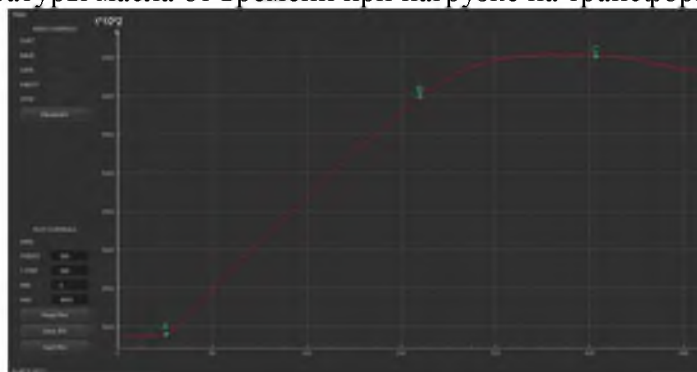


Рисунок 28. График зависимости температуры трансформаторного масла от времени

В точке А к трансформатору была подключена нагрузка, и по достижении маслом температуры  $60^{\circ}\text{C}$  в точке В нагрузка была отключена. Продолжительность нагрева составила 220 секунд. По отрезку графика АВ видна прямо пропорциональная зависимость температуры масла от времени, это происходит потому, что температура обмоток трансформатора увеличивается прямо пропорционально времени, за которое по ним проходит ток.

После отключения нагрузки в точке В стала заметна инертность температуры трансформаторного масла. Кривая от точки В до точки С уже не напоминает прямую, но все равно возрастает. Это происходит потому, что тепло от обмоток еще не полностью передано маслу, а также потому что из-за отсутствия источника тепла разность между выделившейся и отданной энергией приближается к нулю.

После точки С заметно слабое понижение температуры масла из-за большой теплоемкости масла.

### Заключение

В итоге была создана система, измеряющая температуру и управляющая средствами охлаждения трансформатора, а также передающая данные об измерениях по проводной и беспроводной связи для оценки перегрузочной способности трансформатора. Также

была создана модель масляного трансформатора и произведена его перегрузка с последующим перегревом.

#### Преимущества

1. Возможность измерения высоких и низких температур.
2. Возможность автоматического охлаждения трансформатора.
3. Возможность удаленного получения информации по Bluetooth.
4. Передача и сохранение информации на компьютер или телефон.
5. Выведение графика зависимости температуры от времени.
6. Возможность корректировки кода из-за доступности среду программирования.

ния.

#### Недостатки

1. Обязательное наличие внешнего питания.
2. Невозможность беспроводной передачи данных свыше чем на 50 метров.

Что планируется в дальнейшем:

В дальнейшем планируется вычисление токов в обмотках через изменение температуры трансформаторного масла от времени по системе:

$$\begin{cases} \Delta t = \frac{(I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2) \times \tau}{cm} - Q_{loss} \\ I_2 = 7.44 \times I_1 \end{cases}$$

где:

$I_1$  – ток первичной обмотки;

$I_2$  – ток вторичной обмотки;

$R_1$  – сопротивление первичной обмотки;

$R_2$  – сопротивление вторичной обмотки;

$Q_{loss}$  – энергия отданная окружающей среде;

$\Delta t$  – разность температур масла.

А также планируется изучение конвекции (распределение) масла в трансформаторе для более точного измерения температуры и изучение методов передачи данных на большие расстояния.

#### Список использованных источников

1. Термистор и Arduino [Электронный ресурс] // Arduino-DIY.com. – Режим доступа: <http://arduino-diy.com/arduino-thermistor>. – Загл. с экрана.
2. Термистор B57164-K 103-J [Электронный ресурс] // AMPERKA.RU. – Москва, 2010-2018. – Режим доступа: <http://amperka.ru/product/thermistor>. – Загл. с экрана.
3. NTC thermistors for temperature measurement. Datasheets [Электронный ресурс] // AMPERKA.RU. – Москва, 2010-2018. – Режим доступа: <http://files.amperka.ru/datasheets/B57164.pdf>. – Загл. с экрана.
4. TDK B57164K103J [Электронный ресурс] // Mouser Electronics. – Мансфилд, 2018. – Режим доступа: <https://ru.mouser.com/ProductDetail/EPCOS-TDK/B57164K103J/?qs=0ZUpllj3bsat%252bwDcjHyLSQ%3D%3D>. – Загл. с экрана.
5. Термисторы и их применение [Электронный ресурс] // NewReferat.com. – Режим доступа: <http://www.newreferat.com/ref-23579-2.html>. – Загл. с экрана.
6. Делитель напряжения [Электронный ресурс] // wiki.amperka.ru. – Режим доступа: <http://wiki.amperka.ru/Схемотехника:делитель-напряжения>. – Загл. с экрана.
7. Схема устройства низкоскоростной шины I2C [Электронный ресурс] // Radio-Magic.ru. – Режим доступа: <http://www.radio-magic.ru/images/articles/arduino/arduino-i2c.png>. – Загл. с экрана.

8. Шина I<sup>2</sup>C и как её использовать (включая спецификацию) [Электронный ресурс] // Рынок микроэлектроники. – Режим доступа: <http://www.gaw.ru/html.cgi/txt/interface/iic/index.htm>. – Загл. с экрана.
9. Широтно-импульсная модуляция [Электронный ресурс] // Википедия. Свободная энциклопедия. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Широтно-импульсная\\_модуляция](https://ru.wikipedia.org/wiki/Широтно-импульсная_модуляция). – Загл. с экрана.
10. Полевой транзистор [Электронный ресурс] // Википедия. Свободная энциклопедия. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Полевой\\_транзистор](https://ru.wikipedia.org/wiki/Полевой_транзистор). – Загл. с экрана.
11. BluetoothмодульHC-06 [Электронный ресурс] // ODDUINO. – Режим доступа: [http://www.odduino.com/ards/SerialBluet2/S-DIY-0155\\_2.jpg](http://www.odduino.com/ards/SerialBluet2/S-DIY-0155_2.jpg). – Загл. с экрана.
12. трансформаторы – масляные, сухие силовые [Электронный ресурс] // Группа компаний ТЕХПРОМ. – Волжский, 2018. – Режим доступа: [http://gktehprom.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=109:transformatory-maslyanye-silovye-sukhie-silovye-transformatory&catid=8&Itemid=103](http://gktehprom.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=109:transformatory-maslyanye-silovye-sukhie-silovye-transformatory&catid=8&Itemid=103). – Загл. с экрана.
13. Трансформатор [Электронный ресурс] // PP.USERAPI.COM. – Режим доступа: <http://pp.userapi.com/c834403/v834403805/3f69a/OV2iGcWVtN0.jpg>. – Загл. с экрана.

УДК 691+745

## РАЗРАБОТКА И КОНСТРУИРОВАНИЕ МОДЕЛИ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОЛИПРОПИЛЕНА И ДРЕВЕСИНЫ

Красноярцев Андрей Евгеньевич  
Россия, Алтайский край, село Павловск  
МБОУ «Ремзаводская СОШ», 7 класс  
*e-mail: remzavodschool@yandex.ru*

**Актуальность.** Тепло- и звукоизоляционные строительные материалы на рынке представлены в широком ассортименте – это вспененный полиэтилен, минеральная и базальтовая вата и многие другие. Самым распространённым для утепления и звукоизоляции является пенополистирол и пенопласт. В магазинах данные материалы продаются в виде пластин разной толщины и размеров. При наличии установки для резки пенопласта всегда можно нарезать листы нужной толщины и размеров. Среди любимых технологий модельеров пенопласт занимает важное место. Установка позволяет выполнять фигурную резку для художественного декорирования (рамки, шаблоны, сочетание слов и др.)

**Цели:**

- разработать и сконструировать установку (терморезак) для резки материалов;
- объяснить принцип действия терморезака и продемонстрировать его работу.

**Задачи:**

– изучить технику резания лобзиком материалов, систематизировать полученную информацию;

- подготовить необходимые материалы и оборудование;
- изучить основы техники безопасности при работе по пенопласту.

**Ключевые слова:** строительные материалы, звукоизоляционные материалы, пенопласт, пенополистирол, терморезак, художественные ремесла, выжигание, пирография, пиротипия.

**Место выполнения работы.** Работа выполнена на базе МБОУ «Ремзаводская СОШ». Научный руководитель: Едыкина Марина Геньевна, учитель физики.

## Описание разработки

Основной деталью установки является нихромовая проволока. Это сплав, сформированный двумя базовыми металлами – никелем и хромом. Причем первый иногда составляет до 80% от структуры сплава. Также в состав нихрома вводятся другие металлы, среди которых железо, алюминий, кремний и др. К эксплуатационным особенностям материала относят высокое электрическое сопротивление, жаростойкость, а также пластичность. По отдельности эти качества не являются чем-то особенным для традиционных металлов, однако, нихромовая нить выигрывает именно за счет их сочетания в одной структуре.

Резка пенопласта на установке заключается в расплавлении его по линии прохода разогретой нихромовой проволокой. Температура плавления пенопласта составляет около  $270^{\circ}\text{C}$ , чтобы пенопласт плавился при соприкосновении с проволокой, температура её должна быть в несколько раз больше, так как тепло будет расходоваться не только на плавление, но и за счёт теплопроводности поглощаться самим пенопластом, снижая температуру проволоки. Количество поглощаемого пенопластом тепла будет напрямую зависеть от его плотности. Чем плотнее пенопласт, тем больше потребуется тепловой энергии. Поэтому, в зависимости от плотности пенопласта, для его резки необходимо выбирать проволоку соответствующего диаметра, чтобы нихромовая проволока не расплавилась от выделяющегося тепла. Длина нихромовой проволоки для приспособления выбирается исходя из размеров пластин пенопласта, и от плотности материала не зависит.

## Инструменты и материалы



Рисунок 1. Устройство для резки пенопласта

Основанием устройства для резки пенопласта послужил лист ДСП (древесно-стружечной плиты), рис. 1. Режущая проволока натянута вертикально (1). К рабочей поверхности из толстой фанеры или ДСП (4) крепится рама, сделанная из деревянных брусков (3).

Поскольку нихромовая нить будет нагреваться, отверстие лучше сделать побольше и изолировать деревянные части, вставив в него металлическую полую трубку полого диаметра, через полость которой и вывести конец проволоки с грузом. Такой резак для пенопласта не только легко порежет большие куски пенопласта на блоки нужных размеров, но и позволит при необходимости вырезать в материале квадраты, треугольники, полукруги и другие фигурные отверстия.

Для этого достаточно предварительно провести маркером по поверхности пенопласта линию разрезки.

Самое главное, что нужно знать, это зависимость величины тока от диаметра нихромовой проволоки, необходимой для ее разогрева. В Таблице 1. представлены данные для температуры  $700$  градусов (пенопласт плавится при  $\sim 270$  градусов Цельсия).

Таблица 1

Диаметр, мм	1,0	0,9	0,8	0,75	0,7	0,65	0,6	0,55	0,5	0,45	0,4	0,35	0,25	0,2	0,15	0,1
Ток, А	12,1	10,45	9,15	8,4	7,8	7,15	6,5	5,8	5,2	4,4	3,85	3,3	2,15	1,65	1,15	0,72

### Выбор диаметра при фиксированном напряжении

Посчитаем длину проволоки для разных диаметров.

$$D=0.3\text{мм}$$

Требуется ток 2.7А (см таблицу 1). Сопротивление проволоки, должно быть

$$R = U / I;$$

$$R = 12\text{В} / 2.7\text{А} = 4.4\ \text{Ом}$$

Удельное сопротивление нихрома  $\rho = 1.1\ \text{Ом мм}^2/\text{м}$ . Чтобы получить требуемую длину проволоки

$$L = S * R / \rho; \ S - \text{площадь сечения в мм}^2, \ S = \pi * D^2 / 4;$$

$$L = 0.07 * 4.4 / 1.1 = 0.28\text{м}$$

Получается достаточно коротко, хочется длиннее. Попробуем взять проволоку по толще.

$$D=0.5\text{мм}$$

Для разогрева потребуется ток 5.2А (см таблицу 1). Сопротивление  $R = 2.3\ \text{Ом}$ .

Длина равна

$$L = 0.20 * 2.3 / 1.1 = 0.41\ \text{м}$$

Уже ближе. Для удобства приведём расчеты для других диаметров.

0.6мм - 47см (6.5А), 0.7мм - 54см (7.8А), 0.8мм - 60см (9.2А), 0.9мм - 67см (10.5А)

1.0мм - 71см (12.1А)

### Выбор напряжения при фиксированном диаметре

Предположим, у нас есть проволока одного диаметра, и нужно выбрать блок питания под нее. Возьмем проволоку 0.3 мм. Найдем напряжение, требуемое для разогрева кусочка длиной 0.5м.

$$U = I * R;$$

$$R = L * \rho / S;$$

Тогда

$$U = I * L * \rho / S;$$

$$U = 2.7 * 0.5 * 1.1 / 0.12 = 21\ \text{В}$$

Чтобы разогреть проволоку нам понадобится источник питания на 20 В (ток 2.7А). Блоки питания от ноутбуков имеют сходные параметры, можно использовать их.

### Расчёт напряжения для терморезака при фиксированном диаметре

Для создания терморезака есть нихромовая проволока диаметром 0,15 мм. Найдем напряжение, требуемое для разогрева кусочка длиной 0.2 м.

$$U = I * R;$$

$$R = L * \rho / S;$$

Тогда

$$U = I * L * \rho / S;$$

$$U = 1,15 * 0.2 * 1.1 / 0.0176 = 14\text{В}$$

Исходя из этого, будем использовать источник питания на 12 В.

Возникает проблема: где взять проволоку? В паяльниках очень тонкая проволока ~0.1мм. Мощные нагреватели имеют более толстые проволоки 0.3-0.5 мм.

Нихромовая проволока широко используется в качестве нагревательных элементов в бытовых и промышленных изделиях, таких как электрический фен, утюг, электроплитка, паяльники, водонагреватели. И это далеко не полный перечень.



## Заключение

В результате расчётов определено, что для нагрева нихромовой проволоки станка для резки пенопласта необходим источник питания переменного или постоянного тока, выдающий напряжение 12-14 В и обеспечивающий ток нагрузки 12А. При уменьшении или увеличении длины проволоки напряжение источника питания необходимо будет пропорционально уменьшить или увеличить соответственно. При этом величина тока не изменится. Выполненные расчёты являются оценочными, так как не учтено переходное сопротивление в точках соединения проводов и сопротивление токоподводящих проводников.

Как перспектива – данную технологию применить для резания стекла.

## Изготовление выжигателя по дереву

### Введение

#### **Актуальность:**

В наше время выжигание по дереву (пирография) стало увлечением и школьников, и взрослых. К тому же выжигать можно и по дереву, и по синтетическим тканям, получая замечательные воздушные кружева.

Можно купить выжигатель в магазине. Но хорошие модели дорого стоят, а дешёвые долго не работают. Выход – сделать прибор своими руками.

Изготовление прибора – это не только процесс творчества, который побуждает проявить свою смекалку, изобретательность. Кроме того, в процессе изготовления, а тем более при демонстрации его изготовитель получает массу положительных эмоций. Применение самодельных приборов на внеклассных занятиях развивает чувство ответственности и гордости за выполненную работу, доказывает ее значимость.

#### **Цели:**

- изготовить прибор для выжигания по дереву;
- объяснить принцип действия прибора для выжигания по дереву и продемонстрировать его в действии.

#### **Задачи:**

- изучить технику выжигания по дереву, её историю, систематизировать полученную информацию;
- изучить основы техники безопасности при выжигании по дереву;
- подготовить необходимые материалы и оборудование.

### Основная часть

#### Из истории выжигания

Выжиганием по дереву люди стали заниматься очень давно. Первые изделия, декорированные выжженным узором, были найдены в Перу в 700 г. до н. э.

В настоящее время существуют множество различных художественных ремесел, связанных с обработкой дерева: резьба, точение, живописные работы по дереву, мозаика и др. Все они тесно связаны с традициями народного творчества, но особое место среди них занимает выжигание по дереву. Это искусство развивалось параллельно с другими видами художественных ремесел, выступая самостоятельно или дополняя их, например резьбу, точение, мозаику.

С помощью выжигания умельцы украшают различные предметы из дерева, например, декорируют шкатулки, деревянную посуду, вешалки, деревянные статуэтки, панно, картины и прочие предметы интерьера.

## Способы выжигания

Существуют несколько способов выжигания – пирография, пиротипия, выжигание кислотой, трением, на огне или горячем песке, увеличительным стеклом на солнце.

Пирография в переводе с греческого означает «горячее рисование». Рисунок наносят на поверхность древесины, фанеры, пробки или любого другого органического материала с помощью раскаленной иглы. Под воздействием температуры, превышающей 150°C, внешний вид материала начинает изменяться. В настоящее время пирография очень популярна как самостоятельный вид творчества благодаря электрическому пирографу. Впрочем, уже существуют приборы, наносящие рисунок с помощью лазера.

Пиротипия (с греч. – «огненная печать») представляет собой декорирование древесины с помощью горячих оттисков раскаленных металлических штампов.

Выжигание на деревянных изделиях выполняют и с помощью кислоты. Поверхность доски красят, затем нанесенный на нее рисунок вытравляют кислотой.

Многие мастера декорируют небольшие деревянные изделия на токарном станке благодаря трению, для чего прикладывают кусочек древесины твердой породы к изделию, которое вращается на станке. Верхний слой поделки обугливается от трения, и получается коричневая полоса.

В старину узоры на изделиях часто выжигали с помощью огня и горячего песка.

Контур рисунка ярче выступают на закопченной древесине. Из древне мастера часто обрабатывали деревянные изделия дымом. Для этого на изделия сначала вырезали узор при помощи стамески. Затем чадящим пламенем проводили по наклоненной поверхности изделия, равномерно закрашивая ее. В результате фон становился темным и на нем проступал светлый узор.

В старину для выжигания использовали металлические стержни, концы которых на огне калили до красна или употребляли металлические клейма с выгравированными по мотивом народной резьбы рельефным узором.

## Назначение прибора

В настоящее время выжигание по дереву выполняется электровыжигателем (прибор для выжигания по дереву, коже и другим материалам для создания художественного рисунка). Он состоит из понижающего трансформатора, электрошнура и ручки со штифтом, наконечник которого изготовлен из нихромовой проволоки.

Созданный прибор предназначен для выжигания рисунка на деревянной поверхности.

Инструменты и материалы: провода, паяльник, деревянный брусочек, выключатель, иглы, источник питания «Крона» с переходником.

## Изготовление прибора

Было решено создать наиболее простой вариант конструкции, наиболее практичный и эффективный – маркер с выжигательной дугой.

1. Заготовили заранее все составные части «Цепи»:

а) источник питания (батарейка «Крона») с переходником, имеющим 2 провода с разной полярностью;

б) двухконтактный выключатель;

в) 2 проводника (изготовили из мед. иголок, предварительно удалив п/м часть);

г) деревянная заготовка (длина 100 мм, ширина 7-8мм).

2. Приступили к составлению «Цепи»:

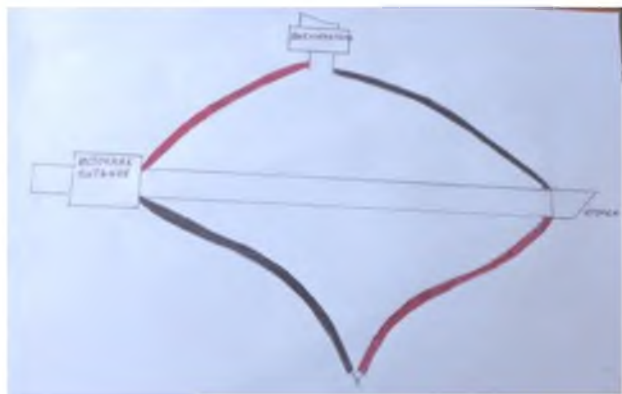


Рисунок 2. «Цепь»

- а) присоединили к каждому из проводников провода разной полярности;
- б) один из проводов соединили с одним из контактов выключателя;
- в) второй контакт выключателя при помощи провода противоположенной полярности соединили с источником питания;
- г) второй провод, идущий от источника питания, соединили с оставшимся проводом, идущим от второго проводника, с помощью «Скрутки».

3. Закрепили «Цепь» на деревянную заготовку при помощи изолянт.

4. Один из проводников загнули для соприкосновения с другим проводником для замыкания «Цепи».

### Выводы

При изготовлении самодельных приборов приобретены навыки работы с простейшими инструментами. Кроме того, изготовление самодельного прибора побудило к самостоятельному получению знаний за счет более глубокого изучения дополнительной литературы.

### Список использованных источников

1. Демонстрационные опыты по физике в средней школе / под ред. А. А. Покровского. – Москва: Просвещение. – 272 с.
2. Техника эксперт [Электронный ресурс] : портал о бытовой технике. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://tehnika.expert> – Загл. с экрана.
3. StrPort [Электронный ресурс] : строительный портал. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://strport.ru> – Загл. с экрана.
4. Как сделать электролобзик своими руками [Электронный ресурс] // Популярная механика. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.popmech.ru/diy/356992-kak-sdelat-elektrolobzik-svoimi-rukami/> – Загл. с экрана.
5. Карабанов, И. А. Технология обработки древесины / И. А. Карабанов. – Москва: Просвещение, 2002. – 190 с.
6. Соколов, Ю. Художественное выпиливание / Ю. Соколов. – Москва : Лесная промышленность, 1987. – 67 с.
7. Выжигание по дереву, пирография [Электронный ресурс] // Татьяна.ру – всё для резьбы по дереву и творчеству. – Электрон. дан. – Режим доступа : <http://www.tatianka.ru/goods/pyrography-tools/> – Загл. с экрана.

УДК 539.1

## КОНСТРУИРОВАНИЕ НЕЙТРОННО-АКТИВАЦИОННОГО АНАЛИЗАТОРА НА ОСНОВЕ ФУЗОРА ФАРНСУОРТА-ХИРША И КОМПОЗИТНОГО ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО НЕОРГАНИЧЕСКОГО СЦИНТИЛЛЯТОРА

Литвиненко Игорь Игоревич  
Россия, Иркутская область, город Иркутск  
МБОУ «Лицей № 1», 11 класс  
e-mail: [irkutsk1licey@yandex.ru](mailto:irkutsk1licey@yandex.ru)

*Во всём мне хочется дойти до самой сути:  
В работе, в поисках пути, в сердечной смуте.  
До сущности протекших дней, до их причины,  
До оснований, до корней, до сердцевины.  
Всё время, схватывая нить судеб, событий,  
Жить, думать, чувствовать, любить, свершать открытия!*

*Б. Л. Пастернак,  
русский поэт и прозаик*

**Аннотация.** В ходе выполнения данной работы были изучены некоторые типы преобразователей напряжения (прямоходовые, обратногоходовые, полумостовые, полномостовые, резонансные) и сконструированы некоторые из них. Полумостовой преобразователь – индукционный нагреватель тигля сублимации. Полномостовой преобразователь – блок питания фюзора Фарнсуорта-Хирша (часть источника тепловых нейтронов). Было выяснено – существует большое количество разновидностей сцинтилляторов (органические, неорганические, монокристаллические, поликристаллические, порошкообразные, жидкостные, газовые и т.д.), была разработана схема поликристаллического неорганического композитного сцинтиллятора на основе сернистого цинка или сернистого кадмия, специально предназначенная для использования в паре с фотоэлектронными умножителями. Данный тип сцинтиллятора способен принимать практически любую форму и не теряет своих свойств при механической деформации. Подводя итог – конструирование действующего источника тепловых нейтронов является не невыполнимой задачей, действующего гамма спектрометра с последующим использованием всей конструкции в качестве нейтронно-активационного анализатора – тоже.

**Ключевые слова:** нейтронно-активационный анализатор, нейтроны, Фузор Фарнсуорта-Хирша, сцинтилляторы.

**Место выполнения работы.** Работа выполнена на базе МБОУ Лицей № 1. Научный руководитель: Кузнецова Валентина Александровна, учитель физики.

Описание разработки

Введение

В 1932 г. Дж. Чедвик экспериментально открыл нейтрон. Пятью годами позднее свойство нейтрона быть поглощенным открыл Э. Ферми. Сцинтилляторы же издавна используют для регистрации ионизирующего излучения. Более того, у многих людей они даже есть дома – люминисцентные краски и пластмассы. Довольно нехитрое устройство – нейтронно-активационный анализатор используют ныне во многих областях – геологии,

химии, биологии, физике и т.д. Так появилась идея – создать компактный, безопасный нейтронно-активационный анализатор.

**Цель работы:** создание нейтронно-активационного анализатора в домашних условиях.

**Предмет исследования:** нейтронно-активационный анализатор, в основе которого лежит фузор Франсуорта-Хирша и дизайнерский гамма спектрометр.

**Задачи:**

- изучить и проанализировать источники информации;
- создать нейтронно-активационный анализатор из подручных средств.

**Методы исследования:**

**Методы и приёмы:** наблюдение, эксперимент, сравнение, измерение.

**Гипотеза:** возможность изготовления своими руками нейтронно-активационного анализатора в домашних условиях с минимальными финансовыми затратами.

Каждый первый процесс нейтронно-активационного осуществляется 3 базовыми объектами.

1. Источник тепловых нейтронов (близких по энергии к молекулам газа при н.у. – 0.025 эВ).

2. Материалом эти нейтроны поглощающим.

3. Детектором излучения, образующегося при распаде ядер, захвативших нейтроны и ставших нестабильными.

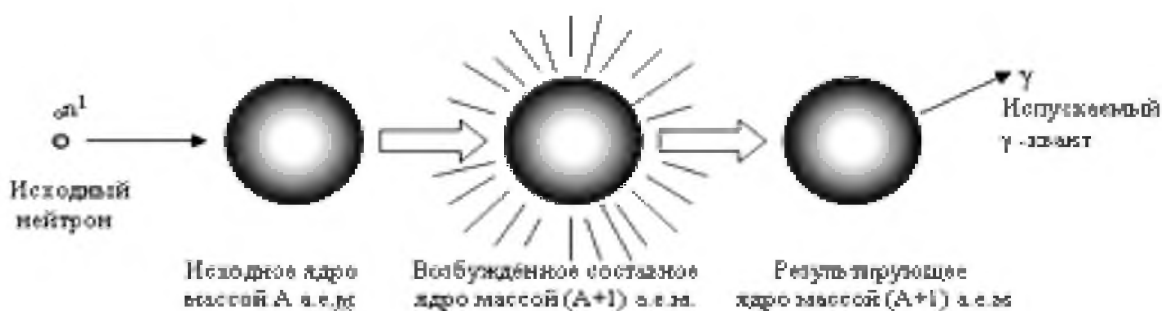
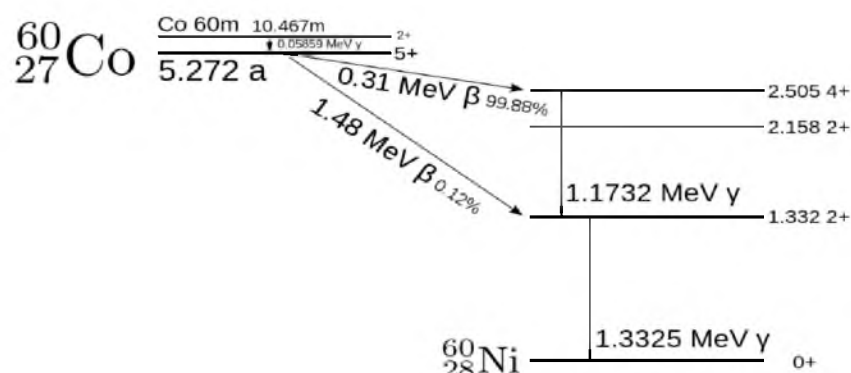
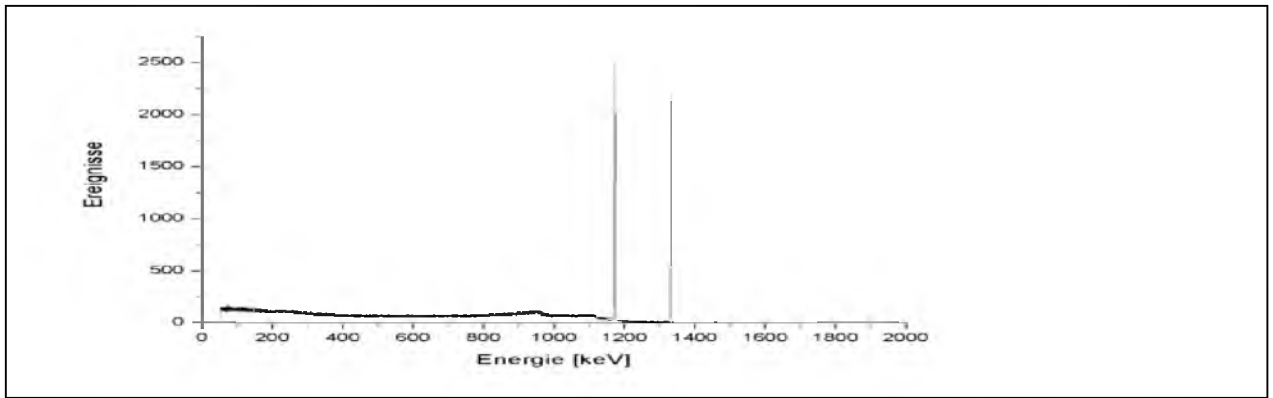


Рисунок 1. Распад ядер

Процесс довольно прост (рис. 1): нейтроны поглощаются, например, ядром кобальта 59, он становится ядром кобальта 60 (он уже радиоактивный). Далее он распадается со своими специфичными энергиями.



Высвобождаются либо бета частица 310 КэВ и гамма квант 1.17МэВ, либо бета частица 1.48 МэВ и гамма квант 1.33 МэВ. Регистрируются зачастую только гамма кванты, что и видно на спектограмме.



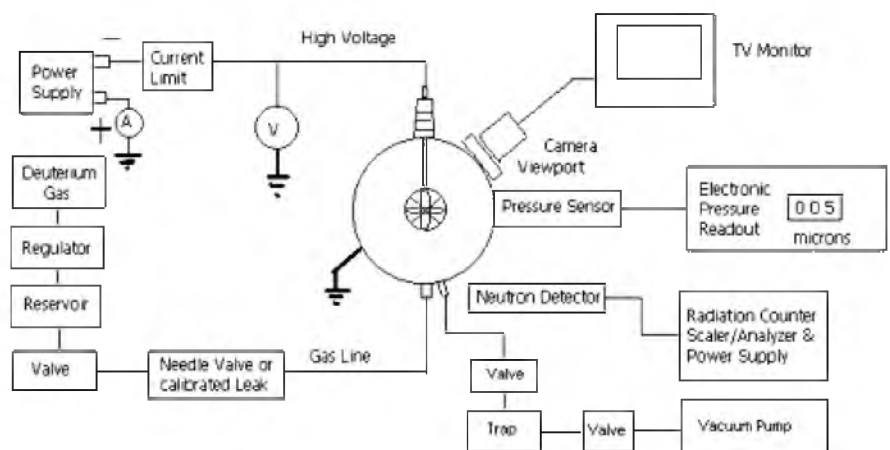
И если с поглощающим материалом всё предельно просто: в геологии, например, он, буквально лежит под ногами, то с источником тепловых нейтронов и детектором дела обстоят немного сложнее.

Источником нейтронов может выступать: ускоритель, ядерный реактор (распад тяжелых ядер), сплав радия и бериллия (конвертация альфа частиц) или термоядерные реакции, например, между двумя дейтронами.

Последний вариант был выбран, т.к. это один из законных вариантов и не требует слишком труднодоступных комплектующих.

Выбрана схема Фило Т. Фарнсуорта, а именно – одноименный реактор именуемый «Фузор», вероятно от английского «fusion».

Принцип работы прост – реактор состоит из двух электродов: первый, заземленный – внешний, второй, сетчатый, заряженный отрицательно – внутренний. Пространство между ними заполнено газообразным топливом под низким давлением, обычно, дейтерием.



Под действием Кулоновских сил дейтерий движется во внутрь второго электрода, где с какой-то вероятностью сталкивается с таким же дейтроном, но летящим по направлению ему противоположным.

Самая сложная, но, тем не менее, достаточно простая часть реактора – источник питания.

Полный мост на IR2153, драйверами полевых транзисторов UCC32322P на 9 Ампер, гальваническая развязка для корректной работы, полный мост на БТИЗ'ах HGTG30N60A4D, три трансформатора строчной развертки телевизоров ТВС110ПЦ15 и 3 умножителя Кокрофта-Уолтона УН9/27-1,3 из анодной цепи телевизоров.

Схема 1.

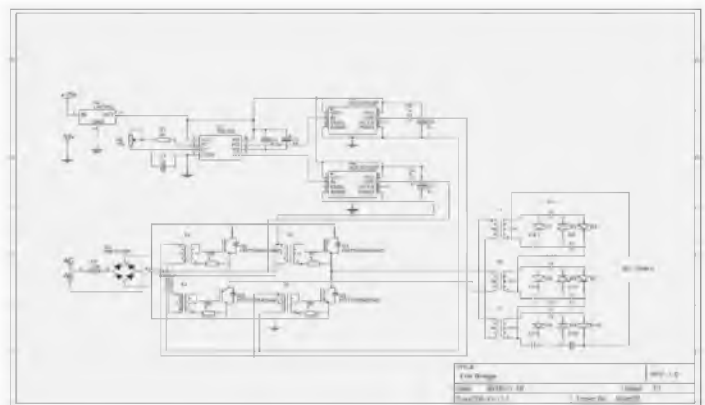




Рисунок 2. Фотография готового устройства

К сожалению, тяжёлой воды не нашли, поэтому, тесты проводились сначала на гелии, потом в гелий был добавлен водород, и в конце была добавлена пропан-бутан-изобутановая смесь. Именно при применении такой смеси газов удалось зафиксировать повышение радиационного фона на поверхности колбы реактора на 30 мкР/час выше природного фона. Вероятно, это была реакция между протонами с образованием позитрона. Скорее всего, гамма кванты от аннигиляции позитронов с электронами и удалось зафиксировать.

Повышенное излучение наблюдалось при напряжении между электродами около 60-75 Кв и давлении приблизительно  $5 \cdot 10^{-2}$  Паскалей.

Если заменить эту смесь газов на дейтерий, то начнётся генерация нейтронов, которые можно потом замедлить, например некоторым объёмом воды.

Таким образом, проблема с источником тепловых нейтронов решена.

Спектрометры гамма/бета/альфа излучения состоят из 3 базовых частей.

1. Материала конвертирующее ионизирующее излучение в видимый свет.
2. Детектора излучения.
3. Анализатора полученных данных.

Со вторым и третьим всё относительно просто – ФЭУ и осциллограф.

Хоть ФЭУ и требует питания в диапазоне от 1кВ до 1.75 кВ, схема источника его питания относительно проста.

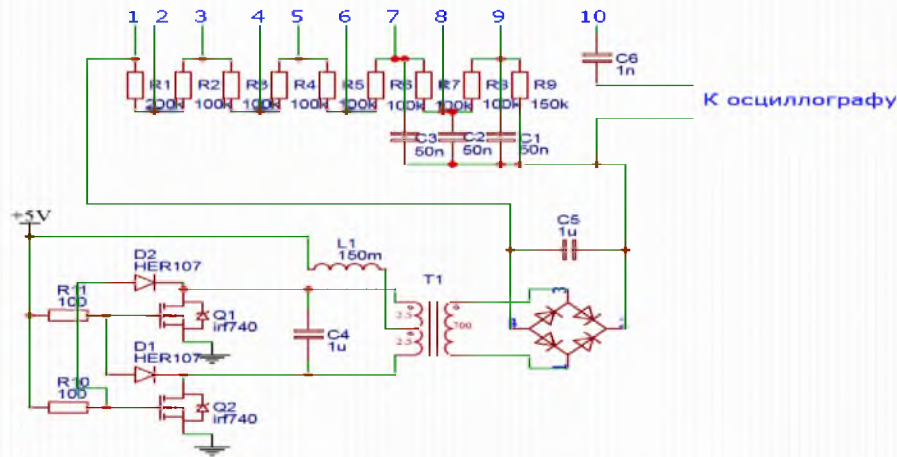


Схема 2. Источник питания ФЭУ35

Остаётся первый пункт детектор – получение подходящего конвертора излучения (сцинтиллятора). Его создание является непростой задачей. Самые распространенные типы сцинтилляторов – порошкообразные, монокристаллические, газовые и жидкостные. Наиболее распространенные из них – порошкообразные (применяются например, в телевизионной технике), а также монокристаллические (из-за самой высокой удельной плотности, и, как следствие, высокой эффективности регистрации излучения). Первые, причём, крайне неэффективны для работы в связке с ФЭУ из-за маленького расстояния распространения видимого света в порошках.

За основу решено было выбрать монокристаллический тип из-за несложного химического состава (для неорганических разновидностей) и высокой удельной плотности.

Главные требования к данному типу кристаллов – прозрачность, отсутствие собственной радиоактивности и эффективность в конвертации излучения.

Основным методом выращивания монокристаллов, в том числе сцинтилляционных, является метод Чохральского (рис.3).



Рисунок 3. Выращивание монокристаллов

Но его применение в «полукустарных условиях» является трудновыполнимой задачей из-за множества причин. Одна из главных – высокие требования к инертности используемой атмосферы и ещё более высокая чистота используемых реактивов.

Другой метод, более перспективный для меня – выращивание методом сублимации-конденсации.

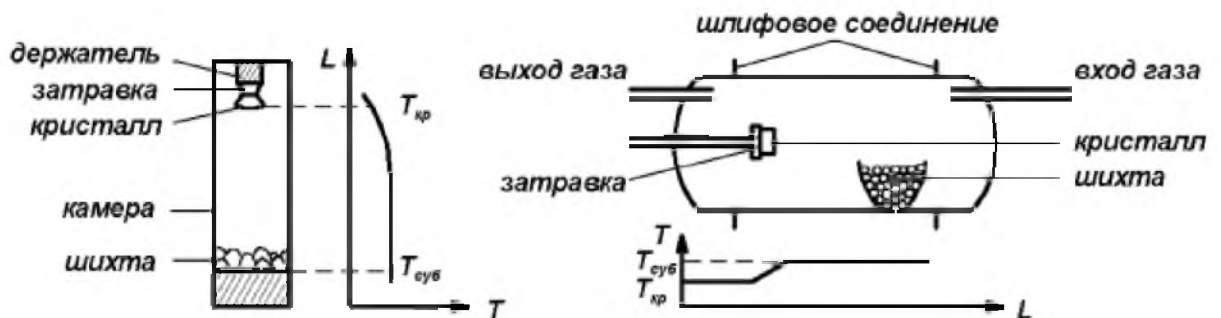


Рисунок 4. Выращивание монокристаллов методом сублимации-конденсации

Он достаточно прост и требует гораздо меньшей чистоты реактивов – исходный продукт самоочищается в процессе сублимации. Его и решено было выбрать.

Но суть работы заключается отнюдь не в выращивании сцинтилляционного монокристалла.



Рисунок 4.

Существует отличный эксперимент – оптическое исчезновение стеклянной палочки или ПВХ шланга в толще масла



Достигается этот эффект из-за очень близкого показателя преломления масла и стекла.

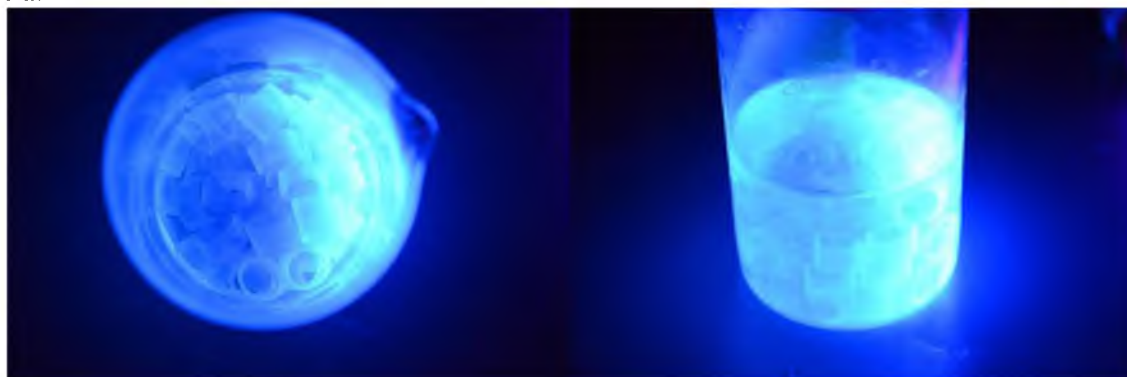


Рисунок 5. ПВХ шланги люминесцируют в ультрафиолете

И благодаря близкому показателю преломления, свет от одной части стакана относительно беспрепятственно доходит до другой. То есть, если поместить некоторое количество маленьких монокристаллов сульфида цинка ( $n \approx 2$ ) в жидкость или сжиженный газ с близким показателем преломления, например, октасульфид ( $n \approx 1.9$ ), решится главная задача – не придется выращивать большой монокристалл (достаточно будет получить много маленьких методом сублимации – конденсации), также возникнет некоторое количество плюсов, например – стойкость к механическим воздействиям.

Для основы был взят люминофор на основе сульфида цинка, в будущем планируется использовать сульфид кадмия, т.к. он обладает большей склонностью к образованию монокристаллов (по непроверенной информации) и большей удельной плотностью (по проверенной информации).

Остается лишь одна проблема – очиститься ли люминофор при сублимации до такой степени, что содержание активатора в нём понизится настолько, что он перестанет излучать свет в ответ на облучение ионизирующим излучением? Но и на эту потенциальную проблему найдено решение. Ионный имплантер в газовую фазу!

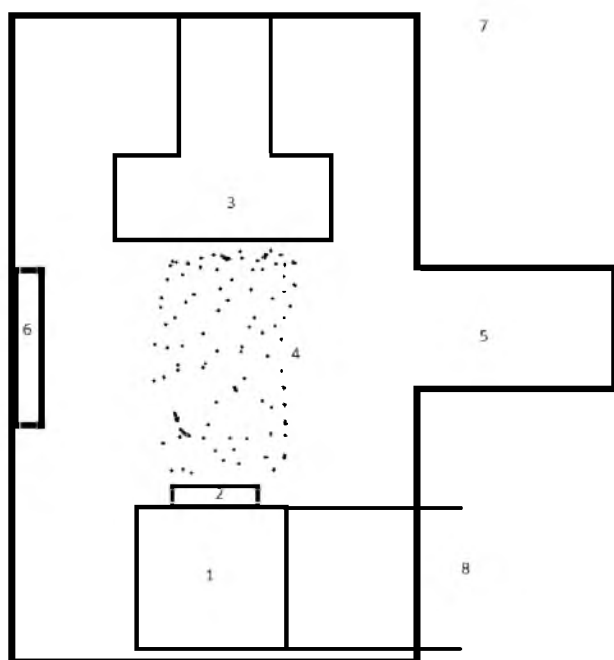


Схема 3.

- 1). Катушка индукционного нагрева и теплоизоляция тигля
- 2). Тигель
- 3). Водоохлаждаемая пластина для конденсации люминофора
- 4). Газообразный люминофор
- 5). Ускоритель ионов активатора
- 6). Электрод линейного ускорителя (может быть удалён, при замене типа ускорителя на резонансный линак)
- 7). Оболочка устройства

В системе поддерживается пониженное давление и атмосфера аргона.

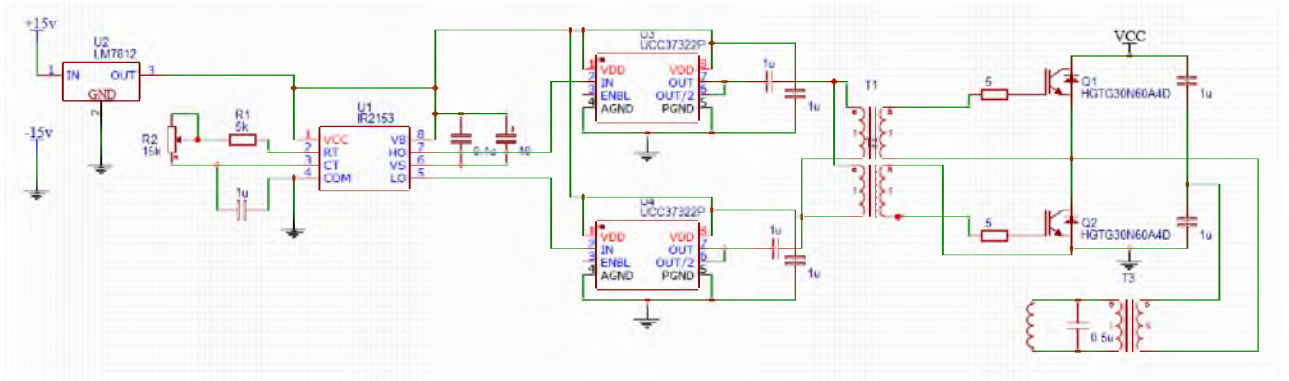


Схема 4. Индукционный нагреватель – полумост на IR2153, драйвер UCC37322P, гальваническая развязка БТИЗ'ы HGTG30N60A4D

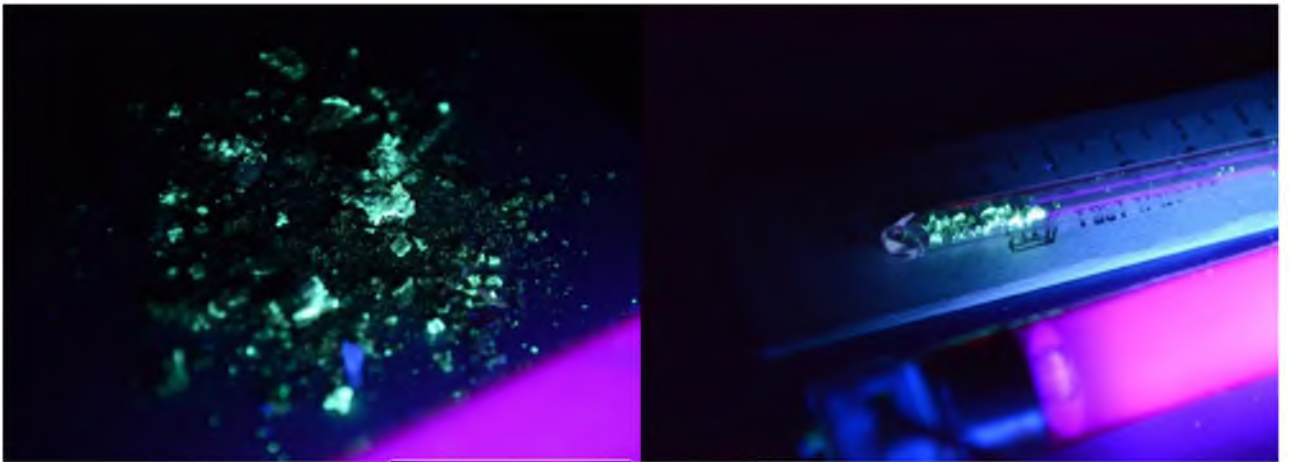


Рисунок 6. Фотографии одного из первых экспериментов – сплавление серы, порошка цинка и порошка меди в печи при температуре 1000С в течение 5 минут

```

FURNACE §
#include <max6675.h>
int relay = 5;
int thermoDO = 2;
int thermoCS = 3;
int thermoCLK = 4;
MAX6675 thermocouple(thermoCLK, thermoCS, thermoDO);
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(relay, OUTPUT);
}

void loop()
{
  int ctemp;
  ctemp = thermocouple.readCelsius();
  if((1000 - ctemp) < 50)
  {
    Serial.println("TOO HOT");
    digitalWrite(relay, LOW);
  }
  else
  {
    Serial.println("TOO COLD");
    digitalWrite(relay, HIGH);
  }
  Serial.println(thermocouple.readCelsius());
  delay(1000);
}

```

Схема 5. Программа печи

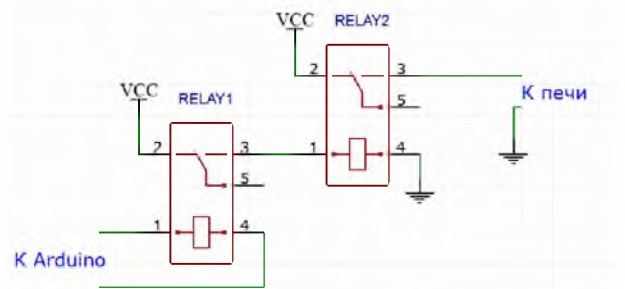


Схема 6. Электрическая схема подключения печи

## Список использованных источников

1. Савельев, И. В. Курс общей физики / И. В. Савельев; под общ. ред. В. И. Савельева. – Москва: КНОРУС, 2009.
2. Элементарный учебник физики. В. 3-х т. / под ред. Г. С. Ландсберга. – Москва: Наука, 2010.
3. Мякишев, Г. Я. Физика: учеб. для 11 кл. сред. шк. / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев. – 2-е изд., дораб. – Москва: Просвещение, 1993. – 253 с.
4. Яровский, Б. М. Справочник по физике / Б. М. Яровский, А. А. Детлаф. – Москва: ОНИКС, 2008. – 1054 с.
5. Мякишев, Г. Я. Физика: учеб. для 10 кл. сред. шк. / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев. – Изд. 2-е. – Москва: Просвещение, 2010. – 374 с.

УДК 53.08

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ СРЕДЫ В РАБОТЕ КЛАПАНА ТЕСЛА ОТ РАЗМЕРОВ СТВОРОВ

Воронкова Софья Сергеевна,  
Россия, Алтайский край, город Рубцовск  
МБОУ Лицей «Эрудит», 10 класс  
*e-mail: voronkova.sof@gmail.com, erudite-rubtsovsk@mail.ru*

**Аннотация.** В практическом применении механической энергии, основанном на использовании жидкости и газа как сред, передающих энергию, было замечено, что для достижения большей экономии, изменения в скорости и направлении их движения должны быть как можно более постепенными. В существующих формах и аппаратах резкие изменения, вибрации, заторы неизбежны. Кроме того, гидравлические устройства, такие как поршни, лопасти, вёсла, лопатки имеют различные дефекты и дороги в изготовлении и обслуживании. Чтобы победить отрицательные эффекты передачи и преобразования механической энергии посредством жидкости или газа был изобретен клапанный канал или клапан Тесла, предназначенный для недопущения изменения направления потока среды в технологической системе. Чем резче возрастает противодавление, тем значительнее клапанный эффект. Минимальное количество информации и причины, по которым изобретение не нашло широкого применения, нас заинтересовали. Поэтому было решено изучить устройство клапана Тесла, сконструировать его с разными размерами створок и исследовать принцип работы в зависимости от его параметров.

**Ключевые слова:** клапаны, проектирование клапана, Н. Тесла, клапан Тесла.

**Место выполнения работы.** Работа выполнена на базе МБОУ Лицей «Эрудит». Научный руководитель: Булгакова Ольга Михайловна, учитель физики.

**Цель исследования:** конструирование клапана Тесла и исследование движения среды натуральным путём с минимальным сопротивлением, в его работе.

**Задачи исследования:**

- описать изобретение Николы Тесла;
- сконструировать клапан Тесла в программе «SolidWorks»;
- собрать экспериментальную установку с клапаном Тесла;
- исследовать зависимость потока воздуха, предназначенного для пропускания в «свободном» и «рабочем» направлении, от размера створок клапана;
- исследовать зависимость потока воды, предназначенного для пропускания в «свободном» и «рабочем» направлении, от размера створок клапана.

**Гипотеза исследования:** если уменьшить размер створок, то клапан будет лучше работать в «свободном» направлении и хуже в «рабочем».

**Объект исследования:** применение механической энергии, основанное на использовании жидкости и газа как сред передающих энергию.

**Предмет исследования:** принцип работы клапана Tesla в зависимости от его параметров (створки).

**Продукт проекта:** конструкция клапанов Tesla с разными размерами створок.

**Этапы работы над исследовательским проектом:** подбор материала, сбор информации; проектирование клапана; экспериментальная часть; обобщение информации и составление выводов по проделанной работе.

## Описание разработки

### Изобретение Николы Tesla. Что мы знаем об обратных клапанах?

Обратный клапан – вид защитной трубопроводной арматуры, предназначенный для недопущения изменения направления потока среды в технологической системе. Обратные клапаны пропускают среду в одном направлении и предотвращают её движение в противоположном, действуя при этом автоматически и являясь арматурой прямого действия (наряду с предохранительными клапанами и регуляторами давления прямого действия). С помощью обратной арматуры возможно защитить различное оборудование, трубопроводы, насосы и сосуды под давлением, а также существенно ограничить течь рабочей среды из системы при разрушении её участка. Применяются обратные клапаны с различными запорно-регулирующими элементами, например, в виде шарика или конуса.

Обратные клапаны используются:

- в гидроприводах с замкнутой циркуляцией рабочей жидкости как подпиточные клапаны;
- в гидроприводах, состоящих из нескольких насосов для исключения взаимного влияния при их одновременной работе;
- в блоках фильтрации, устанавливаемых в реверсивных гидролиниях, для обеспечения движения жидкости через фильтр только в одном направлении;
- в гидролиниях, где требуется однонаправленное движение жидкости[1].

### Клапан Tesla

Клапан Tesla (англ. TeslaValve) или клапанный канал Tesla (англ. Tesla'sValvularConduit) – это разновидность обратного клапана, предназначенного для пропуска потока в одном направлении, конструкция которого выполнена без подвижных деталей. Принцип действия клапана состоит в том, что поток, проходящий через него в одном направлении, разделяется на потоки, которые направляются таким образом, что обеспечивается взаимное гашение их кинетической энергии, в результате чего обеспечивается значительное возрастание активного сопротивления клапана в этом направлении. Назван в честь Николы Tesla (см. приложение 1), который изобрёл этот клапан в 1916 году [1].

### Конструкция

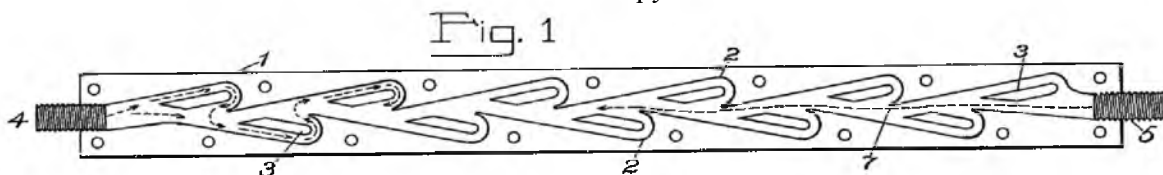


Рисунок 1. Чертеж клапан Tesla

На рисунке 1 схематически изображён клапан Тесла, на котором обозначены корпус 1, группа полостей 2, имеющих определённую форму, и расположенных друг напротив друга с определённым смещением, с помощью которых поток разворачивается на угол, близкий к  $180^\circ$ , группа створок 3, предназначенных для разделения потока, а также входной и выходной штуцеры 4 и 5 соответственно [1].

### Принцип действия

Основная идея этого устройства состоит в разделении потока и перенаправлении одной его части навстречу другой. Значительный эффект клапан Тесла может обеспечить лишь в импульсном режиме работы. На рисунке пунктирными стрелками 7 показано, как проходит поток с разных сторон клапана. Очевидно, что когда поток проходит от штуцера 5 до штуцера 4, сопротивление его движению является минимальным. Поток отклоняется не более чем на  $10-12^\circ$ . Но если поток движется в обратном направлении, от штуцера 4 до штуцера 5 – сопротивление возрастает на несколько порядков за счёт внезапных изменений направления и скорости движения потока. Чем резче возрастает противодавление, тем значительнее клапанный эффект [1].

### Экспериментальная часть. Проектирование клапана Тесла

В ходе работы с помощью программы SolidWorks было спроектировано два клапана Тесла с разным размером створок.

При проектировании клапана был использован чертеж конструкции, изображенный на рисунке 1.

1. Параметры клапана были заданы самостоятельно в соответствии с возможностями 3D принтера и чертежом конструкции в программе SolidWorks (см. приложение 2):

- получены объемные макеты клапанов;
- сделаны вырезы каналов в клапанах;
- добавлены штуцеры;
- смоделированы створки разных размеров для двух клапанов.

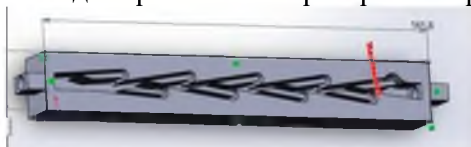


Рисунок 2. Первый клапан



Рисунок 3. Второй клапан

### Готовые клапаны Тесла

3D модели клапанов были распечатаны на 3D-принтере



Рисунок 4. Первый клапан



Рисунок 5. Второй клапан

### Эксперимент с воздухом

1. Для контроля силы давления на поршень, с помощью которого в клапан посылался поток воздуха, был использован электронный динамометр.
2. Сила давления и объем порции воздуха были постоянны.  
 $P = F/S$  ( $S$  – площадь поршня постоянна)  $P = 5,1(\pm 0,1)$  кПа
3. Измерялось время, за которое воздух проходил через клапаны Tesla в двух направлениях.



Рисунок 6. Эксперимент с воздухом

Результаты эксперимента представлены на графике:

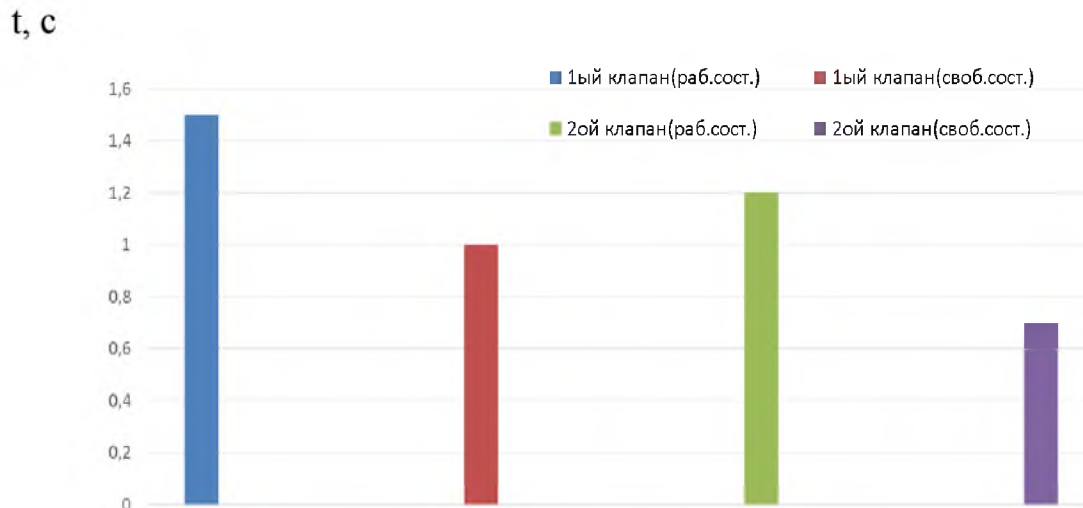


Рисунок 7. Зависимость времени прохождения  $160(\pm 1)\text{см}^3$  воздуха при разности давлений  $p = 5,1 (\pm 0,1)$  кПа от направления

### Эксперимент с водой

1. В опытах была использована постоянная начальная высота столба воды ( $h=20\text{см}$ ).
2. Измерялось разность высоты столба воды за 6 секунд, при прохождении через клапаны в двух направлениях (время выбрано произвольно).
3. Высчитывалась разность давлений, обеспечивающая протекание воды через клапаны, за 6 секунд в двух направлениях.  $\Delta P = \Delta h * \rho * g$  ( $\rho$  – плотность воды).



Рисунок 8. Эксперимент с водой

Результаты эксперимента представлены на рисунке: Р, Па

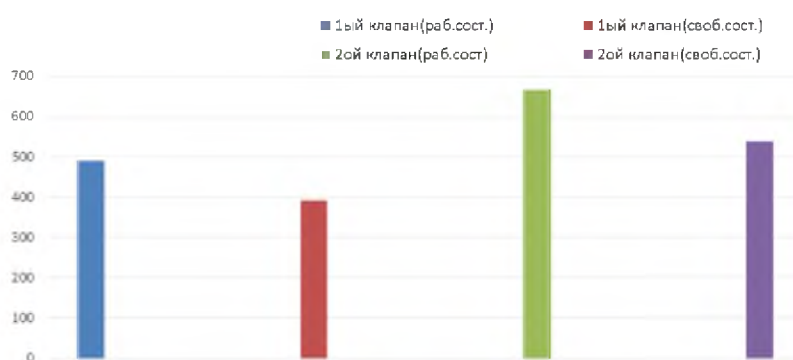


Рисунок 9. Зависимость разницы давлений, обеспечивающей протекание воды за 6 секунд, от направления

### Заключение

– Принцип действия клапана состоит в том, что поток, проходящий через него в одном направлении, разделяется на потоки, которые направляются таким образом, что обеспечивается взаимное гашение их кинетической энергии, в результате чего обеспечивается значительное возрастание активного сопротивления клапана в этом направлении.

– Было создано два клапана Тесла с разными размерами створок, служащих для разделения потока воды.

– Для обоих клапанов Тесла обнаружен эффект торможения в «рабочем» направлении.

– Было выявлено, что клапан с меньшим размером створок лучше работает в «свободном» направлении и хуже в «рабочем», чем клапан с большим размером створок.

Следовательно, гипотеза, выдвинутая вначале исследования, о том, что если уменьшить размер створок, то клапан будет лучше работать в «свободном» направлении и хуже в «рабочем», была подтверждена экспериментально.

### Список использованных источников

1) Клапан Теслы [Электронный ресурс] // Википедия. – Электрон. дан. – [Москва, 200-]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Клапан\\_Тесла](https://ru.wikipedia.org/wiki/Клапан_Тесла). – Загл. с экрана.

2) <http://nnm.me/blogs/glow20/klapannyu-kanal-nikoly-tesla-nikola-tesla-valvular-conduit>

3) Клапанный канал Николы Тесла [Электронный ресурс] // Фонд возрождения Николы Тесла. – Электрон. дан. – Днепропетровск, 2016. – Режим доступа: [http://www.teslatech.com.ua/index.php?option=com\\_content&view=article&id=15&Itemid=32](http://www.teslatech.com.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=15&Itemid=32). – Загл. с экрана.

4) Турбина Теслы внутреннего сгорания [Электронный ресурс] // Фонд возрождения Николы Тесла. – Электрон. дан. – Днепропетровск, 2016. – Режим доступа: [http://www.teslatech.com.ua/index.php?option=com\\_content&view=article&id=12](http://www.teslatech.com.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=12). – Загл. с экрана.

## Приложения

### Приложение 1

#### Никола Тесла. Краткая биография

Родился Никола Тесла в селе Смиляны в Австро-Венгрии в семье священника. Первый учебный год школы в биографии Николы Теслы был проведен в родном селе, остальные три – в Госпиче. Затем Никола в 1870 году окончил нижнюю гимназию и поступил в Высшее училище. После перенесения холеры Тесла не стал служить в армии.

Увлечись электротехникой, Николо Тесла в биографии посвятил несколько лет изучению тока во время учебы в Грацком техническом училище. Затем недолго преподавал в гимназии в Госпиче, стал учиться в Пражском университете. После первого же семестра начал работать. Сначала Тесла служил в телеграфной компании, затем в Континентальной компании Эдисона. Все это время Никола Тесла стремился создать электродвигатель переменного тока.

После переезда в США Тесла стал работать у Томаса Эдисона. Но выполнив свою работу по улучшению электрической машины Эдисона, Никола не получил обещанных денег и уволился. После этого в биографии Никола Тесла было несколько мелких подработок. А затем он основал с помощью друзей свою компанию вместе с лабораторией в Нью-Йорке. После исследования поселился в Колорадо Спрингс, основав там небольшую лабораторию.

Вначале 20 века Тесла получил несколько патентов, создав частотомер, электрический счетчик и много других изобретений. 1915 год принес в биографию физика Никола Тесла номинацию на Нобелевскую премию.

От сломанных ребер после попадания под машину, Никола заболел воспалением легких, умер 7 января 1943 года.

### Приложение 2

#### О программе «SolidWorks»

SolidWorks (Солидворкс) – программный комплекс САПР для автоматизации работ промышленного предприятия на этапах конструкторской и технологической подготовки производства. Обеспечивает разработку изделий любой степени сложности и назначения. Работает в среде Microsoft Windows. Разработан компанией SolidWorks Corporation, созданной с нуля Джоном Хирштиком, а с 1997 года являющейся независимым подразделением компании Dassault Systemes (Франция). Программу начали разрабатывать в 1993 году, она начала продаваться в 1995 и составила конкуренцию таким продуктам, как AutoCAD и Autodesk Mechanical Desktop, SDRC I-DEAS и Pro/ENGINEER. Система SolidWorks стала первой САПР, поддерживающей твердотельное моделирование для платформы Windows.

Решаемые задачи.

Конструкторская подготовка производства (КПП).

- 3D проектирование изделий (деталей и сборок) любой степени сложности с учётом специфики изготовления.
- Создание конструкторской документации в строгом соответствии с ГОСТ.



- Промышленный дизайн.
  - Обратная разработка.
  - Проектирование коммуникаций (электрожгуты, трубопроводы и пр.).
  - Инженерный анализ (прочность, устойчивость, теплопередача, частотный анализ, динамика механизмов, газо/гидродинамика, оптика и светотехника, электромагнитные расчеты, анализ размерных цепей и пр.).
  - Экспресс-анализ технологичности на этапе проектирования.
  - Подготовка данных для ИЭТР.
  - Управление данными и процессами на этапе КПП.
  - Технологическая подготовка производства (ТПП).
  - Проектирование оснастки и прочих средств технологического оснащения.
  - Анализ технологичности конструкции изделия.
  - Анализ технологичности процессов изготовления (литье пластмасс, анализ процессов штамповки, вытяжки, гибки и пр.).
  - Разработка технологических процессов по ЕСТД.
  - Материальное и трудовое нормирование.
  - Механообработка: разработка управляющих программ для станков с ЧПУ, верификация УП, имитация работы станка. Фрезерная, токарная, токарно-фрезерная и электроэрозионная обработка, лазерная, плазменная и гидроабразивная резка, вырубные штампы, координатно-измерительные машины.
  - Управление данными и процессами на этапе ТПП.
  - Управление данными и процессами.
  - Работа с единой цифровой моделью изделия.
  - Электронный технический и распорядительный документооборот.
  - Технологии коллективной разработки.
  - Работа территориально-распределенных команд.
  - Ведение архива технической документации по ГОСТ.
  - Проектное управление.
  - Защита данных. ЭП.
  - Подготовка данных для ERP, расчет себестоимости.
- Система включает программные модули собственной разработки, а также сертифицированное ПО от специализированных разработчиков (SolidWorksGoldPartners).

УДК 629.33

## **УЛУЧШЕНИЕ СРЕДЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ ПУТЕМ СОЗДАНИЯ ДОСТУПНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ ЗАРЯДКИ В РАМКАХ ГОРОДА МОСКВЫ**

Давыдов Алексей Евгеньевич  
Россия, Алтайский край, город Барнаул  
МБОУ «Лицей «Сигма», 11 класс  
*e-mail: sigma\_barnaul@mail.ru*

**Аннотация.** На современном этапе развития общество сталкивается с проблемой загрязнения воздуха, которая имеет глобальный характер. Во многом возникновению этой проблемы способствует повсеместное использование автомобилей с двигателем внутреннего сгорания. Одним из способов её решения является использование автомобилей с электрическим двигателем, безвредным для окружающей среды. На данный момент такие виды личного наземного транспорта уже производятся. Рынок электромобилей стреми-

тельно развивается в США и Европе, однако в России существуют несколько факторов, которые препятствуют развитию. Ключевым является отсутствие доступной среды для зарядки таких автомобилей. В данной работе будет рассмотрена концепция решения этой проблемы.

**Ключевые слова:** электромобили, российский рынок электромобилей, рынки электромобилей, парковочные станции, заправочные станции, зарядка электромобилей, бизнес-план, экономические показатели..

**Место выполнения работы.** Работа выполнена на базе МБОУ «Лицей «Сигма». Научный руководитель: Акимочкина Татьяна Алексеевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента, организации бизнеса и инноваций ФГБОУ ВО «АлтГУ».

### Описание разработки

**Актуальность:** противоречие между необходимостью решения проблемы загрязнения воздуха путем распространения электромобилей и неразвитостью данного сегмента рынка в РФ указывает на высокую актуальность работы.

**Цель исследования:** разработать пути практического решения проблемы низкого распространения электромобилей в России путём создания доступной среды для зарядки электромобилей.

**Объект исследования:** рынок электромобилей в РФ.

**Предмет исследования:** парковочные станции с возможностью зарядки электромобилей.

#### Задачи исследования

1. Провести оценку состояния и перспектив развития рынка электромобилей в России.
2. Разработать бизнес-план по созданию парковочных станций с возможностью зарядки электромобилей.
3. Разработать программное обеспечение для работы с системой электрозаправочных станций.

**Методы исследования:** описательный, типологический, структурный, аналитический.

В результате проведенного исследования был проведен анализ состояния и перспектив развития рынка электромобилей в РФ, который указал на высокие перспективы развития рынка и проблемы его продвижения. Для решения одной из ключевых проблем был разработан бизнес-план создания парковочных станций для электромобилей в Москве. Также было разработано программное обеспечение для оптимизации пользования услугами зарядки электромобилей.

**Гипотеза:** разработка доступных и удобных заправочных станций для электромобилей может стимулировать развитие данного сегмента рынка в России.

**Практическая значимость:** работа может быть полезна при создании сети электрозаправочных станций.

**Научная новизна** работы заключается в том, что рассмотрена абсолютно новая концепция создания среды для зарядки электромобилей

### Анализ состояния и перспектив развития рынка электромобилей в РФ Состояние рынка электромобилей в России на конец 2018 года

В настоящее время происходит новый скачок в развитии мирового электромобильного рынка. В основном это связано со следующими факторами:

1. Усовершенствованные технологии производства аккумуляторных батарей. В конце XX века стоял выбор направления развития транспорта – классическое, на углево-

дородном топливе, или с использованием электрической энергии. В то время аккумуляторы были недолговечны и непрактичны с точки зрения удельной ёмкости.

2. Высокая стоимость углеводородного топлива в отдельных странах. Например, в Норвегии из-за большой стоимости бензина и дизельного топлива значительными темпами развивается рынок электромобилей.

3. Экологический фактор.

По сравнению с автомобилями, использующими двигатели внутреннего сгорания (ДВС), электромобиль обладает следующими преимуществами:

1. Меньшее количество деталей, узлов, вследствие чего уменьшается вероятность отказа электромобиля, уменьшаются затраты на ремонт и обслуживание.

2. Безопасность. Отсутствие ДВС позволяет усилить конструкцию электромобиля в его передней части. Например, электромобиль TeslaModel S в 2013 году получил наивысший рейтинг безопасности из всех автомобилей, когда-либо протестированных в США.

3. Более эффективное производство. Из-за уменьшения количества деталей, узлов и отсутствия высокой точности изготовления отдельных элементов уменьшается трудоемкость производства, появляется возможность использовать простое оборудование.

Вместе с тем, электромобили обладают и рядом недостатков, которые являются сдерживающими факторами их быстрого распространения:

1. Меньший запас хода по сравнению с автомобилями с ДВС.

2. В осенне-зимний период часть энергии аккумуляторов расходуется на обогрев салона.

3. Необходимость развития инфраструктуры технического обслуживания и сети зарядных станций.

4. Более длительное время зарядки по сравнению с заправкой топливом. [1]

В 2018 году многие крупные автопроизводители представили свои модели электромобилей. Так, на парижском автосалоне Mercedes-Benz анонсировали свой первый серийный автомобиль с электрическим двигателем Mercedes-Benz EQC. Также свои модели электромобилей представили такие компании, как BMW, Kia, Peugeot, Renault и другие. На данный момент электромобили для большинства людей ассоциируются с компанией TeslaMotors, цена на продукт которой достаточно высока, однако стоит отметить, что увеличение предложения на рынке может значительно снизить цену на товар, что и происходит в данный момент. Вышеупомянутая компания Tesla уже выпустила бюджетную модель TeslaModel 3, цена которой по предзаказу начинается от 4.5 миллионов рублей, что можно сравнить неплохим кроссовером класса «люкс».

По исследованиям, проведенным МЭА и аналитическим агентством EV-volumes, занимающимся исключительно сбором статистики, касающейся электромобилей, в 2016 году было продано на 42% процента больше электромобилей, чем в 2015 году. Общий объем продаж электромобильного транспорта на конец 2016 года составил 774 тыс. единиц, общая доля от всех проданных транспортных средств 0,86%. Объем продаж заряжаемых электромобилей увеличился более чем в 2 раза за последние 2 года. Сохраняя такой темп и учитывая процент роста за последние годы, в самом оптимистичном прогнозе к 2030 году 8 из 10 проданных транспортных средств будут электрическими. [2]

Согласно данным аналитического агентства «АВТОСТАТ», в России на 1 января 2018 года насчитывалось 1771 электромобиль, однако на момент 1 июля 2018 данный показатель достиг 2530 автомобилей, в том числе в Москве и Московской области этот показатель вырос с 328 единиц до 467. Всего существует 7 моделей электромобилей, официально поставляемых на Российский рынок, из них наибольшую долю в парке занимает NissanLeaf (71,7%), который зарегистрирован в количестве 1 814 единиц. Далее следует Mitsubishi-MiEV, доля которого на середину года составила 11,6%, что в количественном выражении приравнивается к 294 экземплярам. 8% от общего числа зарегистрированных электромобилей в России приходится на TeslaS, парк которых составляет 202 единицы.

Отечественный электрокар LADAellada представлен в количестве 93 штук (доля - 3,7%). Далее следует еще одна модель Tesla – кроссовер X, зарегистрированный в количестве 88 экземпляров. Помимо перечисленных моделей этой марки, еще одна, Model 3, насчитывается пока в единственном экземпляре. Также в парк электромобилей в РФ входят RenaultTwizy (27 шт.) и BMWi3 (11 шт.).[3]

С 2019 года на Российский рынок вступят еще несколько сильных игроков, которые уже показали свои серийные автомобили на выставках в 2018. Стоимость таких автомобилей постепенно приближается к уровню цен на новые автомобили с двигателем внутреннего сгорания в том же классе. Например, audi-e-tron будет представлен в 2019 по цене в 75000\$, когда его бензиновый конкурент в классе BMWX5 2018 года имеет цену 60000\$ за минимальную комплектацию и доходит до 100000\$ за максимальную. Так же компаниями Peugeot и Renault были представлены менее дорогие образцы.

Важную роль в развитии рынка играет и распространение гибридных автомобилей как подвида средств передвижения с электрическим двигателем. Они объединяют возможности использования двигателя внутреннего сгорания и электродвигателя, являются промежуточным этапом между автомобилями с ДВС и электромобилями. Распространение такие автомобили получили в России еще с 1997 года, когда в страну начали завозить первые гибриды ToyotaPrius.

Сейчас на российском рынке присутствует более 15 моделей гибридов разных классов от различных производителей. Массовые продажи гибридных автомобилей в России начались в 2005 году с модели премиум класса Lexus. С начала старта продаж до конца 2018 года через официальных дилеров нашей страны было продано примерно 840000 таких автомобилей. Самый популярный в мире гибридный автомобиль Prius официально продается в РФ с 2009 года, по итогам 2018 года их было продано порядка 400000 шт. [4].

#### Перспективы развития рынка электромобилей в России

Стимуляция развития рынка электромобилей производится и государством. В рамках плана экономического развития «Дорожная карта» от 15.03.20 рассматривается освобождение владельцев автомобилей с электрическим и гибридным двигателями от выплаты НДС с ноября 2019 [5].

Низкие темпы распространения электромобилей в России связаны в основном с неприспособленностью городской среды к их зарядке. Так, в Москве, на сегодняшний день присутствуют менее 200 электрозаправочных станций, более 100 находятся в частной собственности владельцев электромобилей. Существует несколько стандартов зарядки таких автомобилей, их подразделяют на 3 уровня. Зарядки первого уровня работают от обычных розеток, стоимость оборудования составляет от 25 до 50 тысяч рублей. Обычно такими зарядками являются неофициальные Китайские аналоги, которые являются недолговечными. Для полной зарядки автомобиля с помощью данного оборудования необходимо от 12 до 18 часов. Зарядки второго уровня работают от сети 380 В. Оборудование такого уровня начинается в цене от 100 тысяч рублей, в большинстве своем поставляются крупными Европейскими производителями, требуют для зарядки от 4 до 10 часов. Зарядки третьего уровня работают от сетей высокого напряжения, на данный момент в мире насчитывается несколько вариаций таких зарядок, стоимость начинается от 2,5 миллионов рублей. На такой станции имеется возможность подзарядить автомобиль до 80% за полчаса. Большинство зарядок в Москве относятся ко второму уровню, установлены на дорогах и заправочных станциях сети «Лукойл» и «Роснефть», зарядок третьего уровня в Москве всего 8. Каждый уровень зарядки электромобилей обладает одним серьезным недостатком по сравнению с обычными заправочными станциями – временем зарядки. Если автомобиль с ДВС можно заправить за 5-10 минут, то лучшие версии современных электрозаправочных станций справляются с этой задачей за полчаса, а большинство доступных в

Москве требуют нескольких часов. Преобладание зарядок второго уровня в Москве создает необходимость оставлять автомобиль на зарядке в свободное время, обычно ночью. Это порождает ряд сопутствующих проблем:

1. Возможность отсутствия электрозаправочной станции вблизи дома.
2. Отсутствие охраны автомобиля в ночное время.
3. Возможность нарушения функционирования автомобиля из-за длительной стоянки при низкой температуре в осенне-зимний период.

Для выявления перспективы развития рынка на ближайшие 3 года проведем анализ данных агентства АВТОСТАТ по количеству электромобилей в период с июня 2015 года по июнь 2018.

Таблица 1

## Количество электромобилей в РФ за последние 3 года

Дата	Количество электромобилей на российском рынке (шт.)	Рост показателя по сравнению с прошлым годом (%)
01.06.2018	2530	
01.01.2018	1778	125,69
01.06.2017	1121	
01.01.2017	920	55,26
01.06.2016	722	
01.01.2016	647	38,84
01.06.2015	520	

Из следующей таблицы выявлено, что среднегодовой прирост количества электромобилей на рынке составил 73,26%. Исходя из вышеописанных данных, методом экстраполяции был создан прогноз увеличения количества электромобилей на рынке до 2021 года, сохраняющий среднегодовой прирост за предыдущие 3 года.

Таблица 2

## Прогноз увеличения количества электромобилей на российском рынке до 2021 года

Дата	Количество электромобилей на российском рынке (шт.)
01.06.2018	2530
01.06.2019	4377
01.06.2020	7573
01.06.2021	13100

По данным АВТОСТАТА, в Москве наблюдаются такие же темпы развития сегмента рынка, как и в России в целом. Как было указано выше, на 01.06.2018 в Москве насчитывалось 467 автомобилей с электрическим двигателем. Рассмотрим прогноз увеличения количества электромобилей на рынке до 2021 года.

Таблица 3

## Прогноз увеличения количества электромобилей на Московском рынке до 2021 года

Дата	Количество электромобилей на московском рынке (шт.)
01.06.2018	467
01.06.2019	808
01.06.2020	1398
01.06.2021	2418

Данная оценка имеет прогностический характер, не учитывает многих экзогенных и эндогенных экономических факторов, таких как кризис и инфляция. Однако, помимо негативных факторов стремительное развитие международного рынка электромобилей стимулирует распространение данного сегмента и Российской Федерации.

Таким образом, рынок электромобилей в России имеет высокие перспективы развития, обусловленные увеличением количества производителей, уменьшением средней цены на электромобили, а так же государственной поддержкой этого сектора. Однако проблема неадаптированности городской среды к зарядке, особенно в осенне-зимний период, является препятствием в данном процессе. Рассмотрим концепцию решения на примере города Москвы, как одного из самых крупных урбанистических центров России, концентрация электромобилей в котором одна из самых высоких в стране.

### Бизнес-план создания парковочных станций с возможностью зарядки электромобилей

#### Описание проекта

По состоянию июль 2018 года в Москве насчитывается 461 электромобиль и несколько тысяч автомобилей с гибридным двигателем. Владелец каждого из них сталкивается с проблемами зарядки своего транспортного средства, описанными в первой главе. Способом решения данных проблем может стать создание системы электрозаправочных станций, объединенных с охраняемыми, отапливаемыми парковками. Проект получил рабочее название «ElectroClub». На таких парковках предоставляются достаточные условия для установки АЭЗ 2 уровня. Таким образом, будет решена проблема сохранности автомобиля от криминогенного и климатических факторов, владельцы электромобилей смогут оставлять транспортное средство на несколько часов в теплой, охраняемой зоне. Важным фактором является доступность зарядки автомобиля для пользователя. Сдача заправочной станции в аренду не является эффективной, ведь нет возможности точно просчитать расстояние от станции до места жительства владельца электромобиля. Также может сложиться ситуация, при которой у собственника автомобиля несколько мест, где он может находиться во время зарядки, например, место работы, учебы, другая квартира. При таких условиях владельцу будет нецелесообразно брать в аренду парковочное место. Стоит учитывать и тот фактор, что зарядка может потребоваться один раз в несколько дней, а оплата за парковочное место в таком случае будет производиться за весь месяц. Решением данной проблемы может стать введение клубной системы пользования парковочными местами с возможностью зарядки электромобиля. При оформлении членства в клубе владельцев электрических автомобилей клиент будет получать карту с идентификационным номером, благодаря которой он сможет получить доступ к каждой станции для зарядки своего автомобиля. Для создания среды использования таких станций будет разработан сайт, оптимизированный под мобильные устройства в качестве приложений. Регистрация члена клуба будет производиться с помощью серийного номера карты. В приложении зарегистрированный пользователь сможет наблюдать на карте Москвы все станции зарядки, выбирать необходимую ему, и бронировать на определенное время. Каждый сутки планируется делить на дневное (9.00-21.00) и ночное (21.00-9.00) время. Во избежание использования зарядочной станции другими членами клуба доступ на забронированное время будет предоставлен только зарегистрировавшемуся пользователю, который подтвердит свою личность посредством использования карты в специальном терминале, подключенном к зарядке. При возникновении ситуации, когда владелец автомобиля не вовремя убирает его со станции, предусматривается система санкций, накладывающая на него штраф, который будет вычитаться из депозита клубного взноса за следующий месяц и перечисляться в счет члена клуба, которому он создал неудобства. Для реализации данной идеи необходимо взять в аренду несколько парковочных мест,

имеющих доступ к сети в 380 В, установить на них оборудование для зарядки электромобилей второго уровня и разработать приложение для реализации клубной системы.

### Расположение и количество заправочных станций

В условиях увеличения количества пользователей электромобилей в Москве на момент начала реализации проекта прогнозируется увеличение количества потребителей примерно до 1000 человек. В рамках проекта планируется создание 15 заправочных станций, расположенных в разных районах города. Места для установки будут отбираться по следующим критериям:

1. Количество человек, проживающих в районе.
2. Высокий уровень заработка жителей района.
3. Наличие крупных деловых и торговых комплексов.

Места, соответствующие данным критериям обеспечат максимальный уровень доступности станций для владельцев электромобилей, которые в основном обладают высоким уровнем дохода и в дневное время могут находиться на работе в крупных компаниях.

### Организационный план

Для реализации проекта понадобится закупить оборудование для зарядки электромобилей, арендовать парковочные места, установить на них оборудование. На заправочные станции необходимо установить контроллеры доступа к заправке, подключить их к сервису бронирования станций и выпустить клубные карты доступа. Для успешного функционирования предприятия планируется снять небольшой офис в Москве и нанять администратора, который будет регистрировать новых членов клуба, а также отслеживать посещаемость станций с помощью программного обеспечения. В качестве наиболее подходящей организационно-правовой формы предприятия было выбрано ИП.

### Маркетинговый план

В условиях того, что в Москве зарядка автомобилей на установленных на улице коммерческих станциях стоит от 400 до 600 рублей за один циклподзарядки, а среднестатистическому владельцу электромобиля необходимо заряжать его 6 раз в месяц, при предоставлении комфортных и доступных условий подзарядки наиболее рациональным будет установить цену выше среднерыночной – 5000 рублей.

Электромобили на данный момент не являются массовым продуктом. Именно поэтому услуги их подзарядки будут интересны исключительно их владельцам. Для продвижения данной услуги следует выбрать рекламу, которая ориентирована на владельцев электромобилей. Таким видом является контекстовая и таргетинговая реклама в интернете, которая предоставляет объявления только заинтересованным пользователям, путем анализа их поисковых запросов. Описание услуг компании будет производиться путем пересылки пользователя на сайт, на котором указана вся необходимая информация.

Сам сайт также будет выведен по запросу «станции для зарядки электромобилей» на первые позиции. Преимуществом такого подхода к рекламе являются единоразовые вложения и охват большей части потенциальных потребителей. На рекламную компанию планируется выделить 150 000 рублей.

### Финансовый план

Для предприятия данного вида имеется возможность выбрать упрощенную систему налогообложения. В качестве объекта налогообложения предполагается выбрать прибыль. Ставка налога при данном объекте налогообложения – 15% налогооблагаемой базы.

При выборе производителя электрозаправочных станций было выявлено, что в РФ серийным производством такого оборудования занимается исключительно компания «Electric Vehicles Aid», производство расположено в городе Санкт-Петербурге. Цены производимых ими заправочных станций находятся на одном уровне с зарубежными аналогами, отвечают Европейским стандартам и подходят для всех электромобилей. Компания занимается доставкой и установкой своего оборудования, предоставляет гарантию, а также может интегрировать систему контроля доступа. Именно поэтому для реализации проекта было выбрано их оборудование.

Таблица 4

## Необходимое оборудование для создания одной заправочной станции

Оборудование	Цена	Примечание
Напольная заправочная станция «EVA Eco»	190 000 рублей	Цена включает в себя оборудование, доставку, установку оборудования, а также подключение системы контроля доступа.
Автономный контроллер Matrix II K	2310 рублей	Работа осуществляется с картами и брелками: EM Marine.
Карты EM Marine с индивидуальным дизайном (10 шт.)	1200 рублей	Средство доступа до заправочной станции, работа осуществляется с автономными контроллерами Matrix.
<b>Итого</b>		193 510 рублей

Помимо оборудования, необходимы средства для ежемесячной аренды парковочных мест и офиса, оплаты электроэнергии и бухгалтерского учета, а также заработной платы сотруднику. В Москве существует множество парковочных станций, стоимостью от 1000 до 45000 рублей в месяц. Проанализировав предложения на площадке размещения объявлений частных и юридических лиц «Авито», нами было выявлено, что в среднем парковочное место, удовлетворяющее всем требованиям для установки оборудования, будет обходиться в 10000 рублей в месяц. При анализе предложений о снятии офиса было выявлено, что небольшой офис с местом для работы одного человека стоит приблизительно 15000 рублей в месяц. Для ведения бухгалтерского учета деятельности предприятия была найдена компания «Центр Бухгалтерского Обслуживания», которая готова предоставлять услуги учета за 6000 рублей в месяц.

Затраты на электроэнергию зависят от количества циклов зарядки в месяц. В среднем для полной зарядки электромобиля необходимо 40 кВт/ч, при стоимости 1 кв.ч в Москве, равному 5,38 руб. Полный цикл подзарядки одного автомобиля будет стоить 215,2 руб. В среднем пробег автомобиля в Москве и Московской области составляет 20000 км в год. Следовательно, в день среднестатистический житель Москвы проезжает 55 километров. При запасе хода электромобилей в 250-300 км от одной зарядки владельцу потребуются заряжать свой автомобиль один раз в 5 дней. За один месяц заправочная станция может производить 60 циклов зарядки (2 за сутки). Тем самым, в течение месяца 10 человек могут пользоваться одной заправочной станцией, при этом сохраняя возможность своевременной зарядки автомобиля. При рациональном подходе к зарядке максимальное количество пользователей 15 станций составляет 150 человек. Следует отметить, что ночное время зарядки более популярно, чем дневное, ввиду большей потребности в автомобиле днём. При успешно проведенной рекламной кампании можно рассчитывать на полную занятость парковок в ночное время и половинчатую – в дневное. Таким образом, количество пользователей одной станции будет составлять 7-8 человек, в сумме членов клуба 105-120 человек. Для расчета затрат на электроэнергию возьмем средний показатель циклов пользования за месяц равный 45. Тогда затраты на электроэнергию будут составлять 9684 рубля на одну станцию.



Таблица 5

## Текущие затраты

Виды затрат	Размер затрат
Электроэнергия	145 260 рублей
Расходы на зарплату сотруднику и оплата отчислений с з/п сотрудников (пенс., мед., соц. страхование)	50 000 рублей
Аренда офиса	15 000 рублей
Аренда парковочного места	150 000 рублей
Налоги	30 195 рублей
<b>Итого</b>	<b>390 455 рублей</b>

Таблица 6

## Капитальные затраты

Виды затрат	Размер затрат
Закупка оборудования с доставкой и установкой	2 902 650 рублей
Реклама	150 000 рублей
<b>Итого</b>	<b>3 052 650 рублей</b>

Найдем точку безубыточности при данных условиях. Пусть  $n$  – количество пользователей заправок станций, тогда в точке безубыточности:

$$5000n = 205195 + 6 \cdot 215,2n$$

$$n = 55,32$$

Таким образом, предприятие не будет получать прибыль, если количество пользователей будет меньше 56. В условиях стремительного развития рынка электромобилей спрос на зарядку будет увеличиваться. Рассчитаем время окупаемости предприятия при функционировании станций на 75%:

$$\text{Доход в месяц} = 15 \cdot 5000 \text{ руб.} \cdot 7,5 = 562\,500 \text{ руб.}$$

$$\text{Расход в месяц} = 390\,455 \text{ руб. (текущие затраты)}$$

$$\text{Месячная прибыль} = 562\,500 \text{ руб.} - 390\,455 \text{ руб.} = 172\,045 \text{ руб.}$$

$$\text{Срок окупаемости} = 3\,052\,650 \text{ руб.} / 172\,045 \text{ руб.} = 18,4 \text{ мес.}$$

Таблица 7

## Финансовый план реализации проекта

Показатели	1 год	2 год	3 год
Себестоимость	7738110 рублей	5673570 рублей	4685460 рублей
Выручка	6750000 рублей	6750000 рублей	6750000 рублей
Прибыль	-988110 рублей	1076430 рублей	2064540 рублей
Налоги	362340 рублей	362340 рублей	362340 рублей
Рентабельность	-32%	35%	68%

## Возможные источники финансирования

Для реализации проекта необходимы средства. На данный момент мы рассматриваем несколько источников инвестиций.

1. Инвестиции от компании «ElectricVehiclesAid». На сегодняшний день компания является единственным производителем оборудования для зарядки электромобилей и не обладает особой популярностью. Большая часть затрат на реализацию связана с покупкой оборудования. При успешной реализации проекта взаимное сотрудничество с нашей компанией может усилить позиции ElectricVehiclesAid на Российском рынке.

2. Крупные компании, занимающиеся развитием сети электрозаправочных станций в РФ, такие как Роснефть и «Россети» могут поддержать данный проект и проинвестировать его.

3. Некоммерческая организация «Рыбаков Фонд» занимается поддержкой социально значимых проектов, может выделить инвестиции для бизнеса.

#### Разработка программного обеспечения для работы с системой электрозаправочных станций

Одной из приоритетных задач является разработка программного обеспечения для упрощения системы пользования сетью электрозаправочных станций. Для решения этой задачи был создан сайт, включающий в себя основную информацию о компании «ElectroClub», карту с отмеченными местами нахождения станций, контакты, а также систему бронирования для зарегистрированных пользователей. Структура Web-ресурса представляет собой 3 страницы формата «Lendingpage», созданных с использованием HTML, css и javascript: страницы доступа незарегистрированного пользователя, страницы доступа зарегистрированного пользователя и страницы модератора.

Страница доступа незарегистрированного пользователя включает в себя информацию о компании, карту с отображением местоположения каждой зарядочной станции, без возможности бронирования, а также контакты и форму регистрации и входа в систему.

Страница доступа зарегистрированного пользователя становится доступна при вводе логина (e-mail или телефон) и пароля. По дизайну она идентична странице для незарегистрированного пользователя, однако так же содержит информацию о пользователе, с возможностью редактирования, кнопку выхода из аккаунта и возможность бронирования станции.

Страница доступа модератора представляет собой систему для принятия или отклонения заявок, редактирования бронирования АЭС и информации аккаунтов пользователя.

Процесс регистрации может проходить по двум сценариям. В первом случае пользователь вводит информацию о себе (ФИО, марка и модель автомобиля, e-mail и телефон) в форму регистрации на сайте, после чего информация переходит в список заявок модератору, который проверяет ее на достоверность и перезванивает по телефону пользователю. В случае получения подтверждения модератор назначает время встречи в офисе фирмы, когда пользователь сможет забрать карту, утверждает заявку, устанавливает для аккаунта серийный номер карты, время его действия и одноразовый пароль, который пользователь сможет изменить при первом входе. Во втором случае регистрация производится модератором при обращении человека в офис.

Сайт будет связан с датчиком доступа к парковочной станции, при бронировании будет передавать сигнал о том, какой пользователь должен получить по карте доступ к зарядке, а также будет в реальном времени отображать статус зарядочной станции (свободна/занята) и пользователя, который заряжает автомобиль (информация об этом доступна только модератору). Таким образом, можно будет отслеживать людей, которые занимают станцию больше забронированного времени, тем самым мешая другим клиентам получить доступ к зарядке, и накладывать санкции.

В процессе развития работы данный сайт будет оптимизирован для мобильных устройств в виде приложения, доступного для свободного скачивания на операционные

системы Android. Реализовать данные приложения планируется с помощью среды для мобильного программирования Xamarin.

### Заключение

В результате проведенного исследования был проведен анализ состояния и перспектив развития рынка электромобилей в РФ, который указал на высокие перспективы развития рынка и проблемы его продвижения. Для решения одной из ключевых проблем был разработан бизнес-план создания парковочных станций для электромобилей в Москве. Также было разработано программное обеспечение для оптимизации пользования услугами зарядки электромобилей.

### Список использованных источников:

1. Жеребцов, Д. В. Перспективы развития рынка электромобилей в России [Электронный ресурс] / Д. В. Жеребцов // Молодежный научный вестник МГТУ им. Н. Э. Баумана. Электрон. журнал. – Режим доступа: <https://docplayer.ru/28245243-.html>. – Загл. с экрана.
2. Исачкин, А. А. Анализ и прогноз развития отечественного рынка электромобильного транспорта с учетом мирового рынка [Электронный ресурс] : магистерская диссертация / А. А. Исачкин; Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. – Электрон. текст. дан. – Санкт-Петербург, 2018. – Режим доступа: <http://elib.spbstu.ru/dl/2/v18-176.pdf/download/v18-176.pdf>. – Загл. с экрана.
3. Парк электромобилей в России на 1 июля 2018 года [Электронный ресурс] // АВТОСТАТ: аналитическое агенство. – Электрон. текст. дан. – Тольятти, 2018. – Режим доступа: <https://www.autostat.ru/infographics/35747/>. – Загл. с экрана.
4. Боровиков, А. В. Анализ рынка гибридных легковых автомобилей в России [Электронный ресурс] / А. В. Боровиков // Международный студенческий научный вестник. – Электрон. журнал. – 2018. – № 2. – Режим доступа: <https://www.eduherald.ru/ru/article/view?id=18186>. – Загл. с экрана.
5. План мероприятий («Дорожная карта») : распоряжение правительства Российской Федерации от 16 августа 2018 г. № 1697-р. [Электронный ресурс]. – Электрон. текст. дан. – Москва, 2018. – Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/uDUIGTPXWg83seGwodmHvTnvTC94JDfI.pdf>. – Загл. с экрана.

УДК 625.7/8+338.242

## **РАЗВИТИЕ МОЛОДЕЖНОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В СФЕРЕ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА (на примере создания тротуаров с использованием вторичных бытовых отходов)**

Колесникова Снежанна Александровна  
Россия, Алтайский край, город Славгород  
МБОУ «Средняя общеобразовательная школа №15» 11 класс  
*e-mail: kolesnikovasnezhanna@yandex.ru*

**Аннотация.** Данное экономическое исследование раскрывает проблему отсутствия дорожной инфраструктуры в городе Славгороде, тем самым создает нишу для дальнейшего создания экономического предприятия по производству дорожного покрытия, в основе которого лежит переработка вторичных бытовых отходов. Современные технологии предлагают альтернативный способ утилизации отходов путем их переработки в составную часть асфальта. Разработанный бизнес-план показывает перспективы развития производства дорожного полотна. Проведенные финансовые расчеты подтверждают, что проект может быть осуществлен и может принести прибыль: производство дорожного полотна как бизнес при благоприятных условиях может обеспечить 24% рентабельности.

**Ключевые слова:** строительные материалы, дорожное полотно, бытовые отходы, автомобильные дороги, технология строительства, организация строительства, предпринимательство, Алтайский край, Славгород.

**Место выполнения работы.** Работа выполнена на базе МБОУ, «Средняя общеобразовательная школа №15». Научный руководитель: Фатян Лидия Владимировна, учитель истории и обществознания.

**Цель:** изучение альтернативной технологии для создания искусственных препятствий на дороге и тротуаров.

**Методы исследования:** монографический, статистический, наблюдение.

**Актуальность работы.** Развитие туристического бизнеса требует от производителя дорожного покрытия комфортных и качественных дорог. Путешествия на автомобиле по необъятным просторам нашей родины становятся все популярнее. Наша курортная зона с каждым годом все больше привлекает туристов. В данный момент на территории Славгорода отсутствует ДРСУ. А это значит, что необходимо создание предприятия по изготовлению дорожного полотна с использованием вторичных бытовых отходов.

**Практическая значимость.**

Улучшение состояния искусственных препятствий на дороге и тротуаров. Изготовление сырья по индивидуальному заказу.

Описание инновационной разработки

Современное производство асфальта  
для ремонта дорожного полотна в Славгородском районе

В 2010 году на территории Алтайского края свыше ста горнодобывающими предприятиями разрабатывалось 92 месторождения строительных материалов. По видовому разнообразию минерального сырья для строительного комплекса Алтайский край занимает лидирующее место среди регионов Сибирского Федерального округа.

Основным источником сырья для производства дорожного полотна являются легкоплавкие материалы: песок и щебень верхнечетвертичного современного возраста. Так,

сводным балансом запасов учтено 109 месторождений с запасами 223 млн. м<sup>3</sup>, из которых 29 месторождений к настоящему времени переданы для освоения, одно месторождение, «Редкая Дубрава», отнесено к категории разведываемых, 69 месторождений числятся в государственном резерве. В 2008 году добыча сырья производилась на 11 месторождениях, добыто 85 тыс. м<sup>3</sup>.

Качество сырья разведанных месторождений позволяет получать щебень различной фракции и песок. Песок широко распространен в природе и обычно залегает на небольшой глубине от поверхности. Все это делает их дешевым видом минерального сырья. Тем не менее, перевозки их на дальние расстояния нецелесообразны. В качестве производственного сырья стараются по возможности использовать на месте.

На территории г. Славгорода и Славгородского района Алтайского края согласно Государственным балансам по состоянию на 01.01.2011 г. и кадастрам местонахождений и проявлений твердых полезных ископаемых, имеется 8 местонахождений общераспространенных полезные ископаемых, из них:

- 5 местонахождений кирпичного сырья;
- 3 местонахождения строительного песка.

Среди строительных материалов, распространенных возле города, выделяются: кирпичное сырье, глины для производства керамзита, пески строительные и балластное сырье.

Вывод: На состояние дорог в Алтайском крае большое влияние оказывает развивающийся туризм, и, как следствие, для поддержания дорог существуют организации (ДРСУ). В г. Славгороде эта ниша остается свободной. МУП «Благоустройство» не справляется с ремонтом дорожного полотна, так как организации по созданию дорожного полотна нет. В городе есть все необходимые условия для развития этого производства.

#### Альтернативный вариант для тротуаров и искусственных препятствий на дороге

Люди во всём мире постоянно воспроизводят твёрдые отходы, которые накапливаются не только на суше, но и в воде. В океанах уже образовались целые острова из мусора, в первую очередь, из пластика. Это заставляет химиков и технологов искать варианты для замены традиционных материалов новыми продуктами переработки.

Одним из таких вариантов является ямочный ремонт дорог из альтернативных материалов на основе твердых отходов.

Технология укладки дорог из пластика предполагается более упрощенной по сравнению с другими покрытиями. Пластиковым дорогам не нужна многослойность, они отлично лягут на песочную подушку даже в регионах с весьма переменчивым климатом и разноплановыми осадками. Это делает строительство не только быстрым, но и необычайно простым и дешевым. Пластике не только не страшны осадки, но и попадание горючих веществ, автомобильных масел и электролитов. Стойкость к любому температурному воздействию, будь то +80 или -40 градусов, делает пластиковое покрытие незаменимым в российских реалиях.

Наличие полости внутри пластика даст возможность удобно разместить там любые коммуникации: газ, водопровод, линию связи, электрику. В северных регионах можно даже предусмотреть возможность подогреваемой дороги, основательно снизив аварийность в суровые зимы.

На литые дорожные панели, устанавливаемые «стык-в-стык», предполагается сразу наносить всю необходимую дорожную разметку, которая продержится существенно

Фрикционные возможности автомобильных шин на пластиковом покрытии ничем не уступают сцеплению на асфальте. Хотя пластик не является гигроскопичным материалом, эксперименты технологов вполне могут привести его к нужной степени «шершавости». А в случае осадков влагу с поверхности предполагают отводить либо путем большого количества маленьких отверстий, либо посредством иного способа дренажа.

**Дорога из полиэтилена.** Водонепроницаемое полотно состоит из соединенных в единую систему решетчатых плит, созданных из переработанного полиэтилена. Ячейки блоков заполняют галькой, гравием и даже растительностью, которая спасает от эрозии почвенные покровы, а ливневые воды очищаются от загрязнения посредством природной фильтрации.

Для производства уникального покрытия пластик подвергают сильному нагреву, превращая в пасту, а затем смешивают с традиционными составляющими обычной дороги. Таким образом, получается все та же асфальтовая дорога, улучшенная, более прочная и долговечная именно благодаря пластиковому компоненту. А так как срок эксплуатации возрастает, государство экономит бюджет за счет ремонтных работ.

Даже если в каких-то местах такое дорожное покрытие повредится, его ремонт займет минимум времени, сил и материальных затрат. Асфальт приходится дробить отбойным молотком, замешивать горячий гудрон и заделывать им выбоины или заливать новое полотно. А пластик всего лишь необходимо разогреть до определенной температуры и, словно детский пластилин, растянуть по поврежденному участку дороги.

**Дорога из старых шин.** Резиновая крошка, полученная от переработки шин, в смеси с асфальтом образует более прочное, чем традиционное, и «тихое» дорожное покрытие. Столь необычная добавка делает дорогу быстросохнущей после осадков или случайного разлива жидкости, а также менее скользкой по сравнению с традиционной асфальтированной трассой. По расчетам, из одной легковой шины получается 2 кг резиновой крошки.

А может быть, скомбинировать технологии? «Подушку» делать из строительного мусора, сами дороги собирать из панелей, полученных из переработанного пластика, и покрывать их для улучшения фрикционных свойств резиновой смесью, изготовленной из старых шин. Мусора хватит, гарантировано.

**Неньютоновские жидкости.** У неньютоновских жидкостей вязкость меняется в зависимости от градиента скорости, что придает им массу удивительных свойств и делает не только любимым объектом для демонстрации чудес науки, но и перспективным материалом для самых различных применений. Впрочем, неньютоновские жидкости встречаются нам повсюду: такими свойствами обладает и обычный кетчуп, и даже кровь. Связаны они с наличием в жидкости большого числа достаточно крупных частиц, взаимодействие которых и придает ей необычные свойства. Жидкость содержит огромное количество миниатюрных частиц, трение между которыми при быстром смещении друг относительно друга очень резко растет. Чем сильнее смещающее воздействие – тем тверже она оказывается. Неньютоновская жидкость – замечательный материал для дорожных выбоин: в отсутствие внешнего давления, она растекается, заполняя яму и образуя гладкую верхнюю поверхность. Но как только на нее накатывается колесо автомобиля, она моментально превращается в твердую, как асфальт, субстанцию.

**Перспективы развития производства асфальта для ремонта дорожного полотна в Славгородском районе Алтайского края**

В районе есть еще уникальные природные ресурсы, соленые озера, к которым в летний период съезжается большое количество туристов, что успешно можно использовать для создания малого и среднего бизнеса по производству дорожного полотна.

Один из вариантов реализации – улучшение состояния дорог. Другой вариант – изготовление изделий по индивидуальному заказу.

Кроме того, на сайте администрации г. Славгорода выставлен инвестиционный проект строительства нового кирпичного завода с объемом производства продукции – около 60 млн. штук кирпича в год.

Вывод: Славгородский район имеет большие перспективы развития производства дорожного полотна. Этому способствует и развитие туризма в г. Яровом. Выгодным вложением инвестиций может стать строительство завода производства дорожного полотна на территории города. Все эти мероприятия приведут к увеличению числа рабочих мест, развитию предпринимательства и повышению занятости населения в городе.

### Бизнес-план

Цель: создание предприятия по изготовлению альтернативного дорожного полотна.

Задачи:

1. Рассмотреть организации города и района по данному профилю работы.
2. Выявить каналы сбыта продукции.

Подобный бизнес может быть перспективным начинанием, если подобрать высококачественное и надежное оборудование, найти располагающихся недалеко поставщиков сырья, партнеров по бизнесу и потенциальных заказчиков. Однако на запуск такого вида бизнеса потребуется несколько миллионов рублей. Впрочем, подобное направление может заинтересовать инвесторов или кредитные организации, благодаря чему удастся найти средства в виде заемного капитала для старта.

Учитывая состояние дорог, недостатка с потребителями не будет. Асфальтобетонная смесь даже самого высокого качества рассчитана на 10-15 лет эксплуатации. Но интенсивность использования дорог и климатические особенности вносят свои коррективы. Большая часть дорог ремонтируется ежегодно, и основной фронт работ – это замена старого асфальта на новый.

#### Виды товаров и услуг

Спрос на дорожное полотно остается неизменно высоким. Повышенный спрос на продукцию, а также относительно небольшой размер первоначальных вложений для старта делают производство дорожного полотна привлекательным бизнесом для малого предпринимательства.

#### Оценка рынка сбыта

Планируется сбывать продукцию на территории г. Славгорода и в других регионах. Изучение потребностей и спроса провидится с помощью опроса индивидуальных предпринимателей, продавцов на рынке, потребителей. Наибольшим спросом дорожное полотно может быть использовано при обустройстве мест под магазины, торговые точки, кемпинг и т. д.

#### Конкуренция на рынках сбыта

Славгородское ДРСУ на сегодняшний день не справляется с потребностью в ремонте дорожного покрытия города и района.

Вывод: в плане конкурентоспособности мы находимся в выгодном положении, так как в Славгородском районе не занимаются производством дорожного покрытия.

#### План маркетинга

На начальном этапе цены на дорожное полотно будут установлены на уровне текущих цен. Распространение продукции будет осуществляться собственным транспортом, небольшими партиями, так как основные поставки производятся в пределах г. Славгорода. Торговлю непосредственно будем осуществлять самостоятельно через представленные в таблице каналы сбыта. Стоимость оборудования составит 3 000 000 рублей.

Таблица 1

#### Каналы сбыта продукции

Каналы сбыта	Как реализованы на фирме	Эффективность	
		Преимущества	Недостатки
Продажа фирмам и организациям	Доставка собственным транспортом	Низкие затраты на транспортировку	Затраты времени
Продажа через интернет	Размещение объявления на сайте	Широкий охват	Оплата за доставку

С целью распространения информации будет проведена рекламная компания.

## Виды рекламной деятельности

Вид рекламы	Как реализован на фирме	Эффективность (преимущества и недостатки)
Радиореклама	Реклама на радио «Траст», «Русское радио», ежедневно в течение 2 недель	Охватывает близлежащие районы (Кулундинский, Немецкий национальный район, Табунский, Славгородский, Бурлинский, Хабаровский)
Реклама в прессе	Рекламные объявления в газетах «Соседи», «Славгородские вести», ежедневно в течение 2 недель	Охватывает близлежащие районы (Кулундинский, ННР, Табунский, Славгородский, Бурлинский, Хабаровский)
Щитовая реклама	Разместить рекламный щит в г. Яровом	Ограниченное число потребителей

Главная цель рекламы информационная, продвижение продукции, так как эти средства являются более доступными и дешевыми. Средства на рекламу будут выделяться по мере необходимости. Ориентировочные затраты на рекламу составят 10000 рублей.

## План производства

Используемый для обустройства дорожного покрытия асфальт представляет собой смесь песка, резаной резины, минерального порошка и битума, выполняющего роль связующего вещества между остальными компонентами.

Будучи связующим компонентом, битум составляет примерно 6% от общего объема асфальтовой массы, на 50% – это резина или гравий. Производство асфальта подразумевает не просто соединение и перемешивание вышеупомянутых компонентов, но и моментальную укладку дорожного покрытия.

Битум свою связующую функцию выполняет только в горячем (расплавленном) состоянии. Приготовленный, но сразу не уложенный асфальт теряет свои свойства и последующему использованию не подлежит. Он становится хрупким и не утрамбовывается до нужного состояния.

По способу производства асфальт бывает трех типов: горячий, теплый, холодный.

Принципиальные отличия зависят от того, до какой температуры доводятся смешиваемые компоненты. Горячий и подогретый асфальт получают путем добавления подогретых компонентов в горячее или теплое связующее вещество. Холодный асфальт предусматривает использование только одного вида компонентов в подогретом виде – холодный щебень добавляется в подогретое связующее вещество или наоборот.

## Технико-экономическое обоснование проекта

Открытие производства асфальтной смеси минимальной мощности за смену 2 000 кг потребует следующих затрат.

Таблица 3

## Необходимые материалы

Наименование	Единицы измерения	Цена за единицу измерения (руб.)	Количество на 1 тонну асфальта (руб.)	Сумма за 1 тонну асфальта (руб.)
Битум	Тонна	14200	0,06	852
Резина	Тонна	10000	0,49	4 900
Песок	Тонна	300	0,4	120
Минеральный порошок	Тонна	2000	0,05	100
Дизтопливо	Тонна	37000	0,008	296
Итого				6 268



Таблица 4

## Штат сотрудников

Наименование	Количество человек	Зарплата за месяц (рублей)	Отчисления от з/п (рублей)
Оператор	1	25000	7500
Помощник оператора	1	20000	6000
Сторож (3 смены)	3	24000	7200
Итого	5	69000	20700

Таблица 5

## Текущие затраты

Наименование	Затраты за месяц
Затраты на материалы	197 442 рублей
Затраты на ком. услуги	45 000 рублей
Реклама	10 000 рублей
Неучтенные условно-постоянные накладные расходы	10 000 рублей
Затраты на з/п сотрудников	69 000 рублей
Отчисления по з/п (30%)	20 700 рублей
Налоги	126 000 рублей
Итого	478 142 рублей

Таблица 6

## Расчет выручки и прибыльности

Производство за 1смену	2 тонны
Количество смен, в мес.	21
Выработка, в мес., в тоннах	42 тонн
Розничная цена за 1 т (руб.)	15 000 рублей
Себестоимость за тонну	10841,67рублей

Таблица 7

## Финансовый план реализации проекта

Показатель	В месяц	В год
Себестоимость	352142 рублей	4225704 рублей
Выручка	630000 рублей	7560000 рублей
Прибыль	277858 рублей	3334296 рублей
Налог	126000 рублей	1512000 рублей
Чистая прибыль	151858 рублей	1822296 рублей
Рентабельность	0,24 (24%)	0,24 (24%)

Срок окупаемости проекта = 1 год 7 месяцев

Вывод: таким образом, приведенные результаты финансово-экономической оценки данного инвестиционного проекта свидетельствуют о высокой степени его привлекательности с точки зрения потенциальных инвесторов и целесообразности дальнейшего его развития.

### Организационный план

Наиболее подходящей организационно-правовой формой для регистрации данного бизнеса является ИП. Одновременно работать на производстве и сбывать продукцию предприниматель не в состоянии. Поэтому необходимо подобрать персонал. На основное производство необходимо не менее 6 человек. Поиском каналов сбыта, оптовых заказчиков, организацией рекламной кампании занимается сам предприниматель, и он же является администратором. Для ведения финансовой деятельности (начисление и уплата налогов, расчет заработной платы, сведение баланса) планируется привлекать приходящего бухгалтера (аутсорсинг).

Вывод: приведенные результаты финансово-экономической оценки данного инвестиционного проекта свидетельствуют о высокой степени его привлекательности с точки зрения потенциальных инвесторов и целесообразности дальнейшего его развития.

Рассмотрим возможные риски с указанием вероятности их возникновения.

Таблица 8

#### Возможные риски

Виды рисков	Вероятность их возникновения
Торговые риски	Высокая (снижение спроса)
Превышение расчетной стоимости проекта	Низкая
Форс-мажор, материальный ущерб	Высокая (брак)
Природно-естественные риски	Средняя
Финансовые	Низкая (клиенты рассчитываются по мере доставки)

Как видно из таблицы 8, наибольшую опасность представляют торговые риски и материальный ущерб, связанный со сложностью технологического процесса.

К природно-естественным рискам относятся: снижение среднесуточных температур, выпадение большого количества осадков. При таких условиях ухудшается качество продукции, что может повлечь за собой недополучение прибыли.

Финансовые риски – это потери доходов, связанные со снижением покупательской способности. Такой риск существует при запуске любого предприятия. Страховку от этого риска может дать активный маркетинг, расширение круга возможных клиентов.

Для снижения общего влияния рисков на эффективность деятельности необходимо предусмотреть коммерческое страхование.

Вывод: данный бизнес-план представляет собой анализ, основанный на реалистических предположениях. Проведенные финансовые расчеты показали, что проект может быть осуществлен и может принести прибыль в первый год реализации. Расчеты показывают, что производство дорожного полотна как бизнес при благоприятных условиях может обеспечить 24% рентабельности.

### Заключение

Анализируя развитие производства дорожного полотна в Алтайском крае на современном этапе, можно сделать вывод, что его производство имеет все шансы на успешную реализацию. В ходе проведенного исследования было выяснено, что на территории г. Славгорода имеется 5 месторождений природного сырья для производства дорожного полотна.

Таким образом, Славгородский район имеет большие перспективы развития производства дорожного полотна. Этому способствует и развитие туризма в г. Яровое. Выгодным вложением инвестиций может стать производство и реализация дорожного полотна на территории города. Все эти мероприятия приведут к увеличению числа

рабочих мест, развитию предпринимательской деятельности и в целом к повышению занятости населения в нашем городе.

Разработанный бизнес-план показывает перспективы развития производства дорожного полотна. Проведенные финансовые расчеты показали, что проект может быть осуществлен и может принести прибыль. Расчеты показывают, что производство дорожного полотна как бизнес при благоприятных условиях может обеспечить 24% рентабельности.

#### Список использованных источников

1. Технология и организация строительства автомобильных дорог / Н. В. Горельшев [и др.] ; под ред. Н. В. Горельшева. – Москва : Транспорт, 1992. – 550 с.
2. Митин, Н. А. Таблицы подсчёта объёмов земляного полотна автодорог / Н. А. Митин. – Изд.-2-е. перераб. и доп. – Москва : Транспорт, 1977. – 544 с.
3. Васильев, Ю. М. Уплотнение земляного полотна и оснований дорожных одежд. Современное состояние и перспективы развития проблемы уплотнения грунтов [Электронный ресурс] / Ю. М. Лукьянов // Уплотнение земляного полотна и конструктивных слоев дорожных одежд : труды союздорнии. – Москва, 1980. – Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/Data1/56/56249/>. – Загл. с экрана.
4. Лукьяненко, А. Ю. Современные методы и технологии ямочного ремонта дорог [Электронный ресурс] / А. Ю. Лукьяненко, Г. С. Меренцова. – Электрон. текст. дан. – Режим доступа: [http://asfalt.kiev.ua/stt\\_sovremennyj\\_jamochnyj\\_remont.html](http://asfalt.kiev.ua/stt_sovremennyj_jamochnyj_remont.html) – Загл. с экрана.

УДК 85.12

## **БИЗНЕС-ПРОЕКТ «ЮВЕЛИРНАЯ КУХНЯ» КАК ЭКОНОМИЧЕСКОЕ, ИННОВАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ, СОЦИОКУЛЬТУРНОЕ И ИСТОРИЧЕСКОЕ ЯВЛЕНИЕ**

Коркин Макар Владиславович  
Россия, Алтайский край, город Барнаул  
КГБПОУ «Алтайская академия гостеприимства», 2 курс  
*e-mail: academy@altag.ru*

**Аннотация.** «Ювелирная кухня» – это междисциплинарный социальный инновационный бизнес-проект, сохраняющий исторические и культурные традиции ювелирного ремесла с использованием современных технологий ювелирного производства в Алтайском крае.

**Цель:** разработать и обеспечить проведение мастер-классов и экскурсий, направленных на вовлечение детей и молодежи в профессию ювелира, сохранение истории ювелирного дела на Алтае.

В работе использовались методы оценки экономического анализа предприятия, методы маркетинговых исследований, исторический метод, а также инновационно-технологический и социокультурный подходы.

В результате научного исследования проанализирована экономическая деятельность предприятия ООО «АнВлаКор», на базе которого разработан и реализуется данный проект, рассмотрены традиционные и современные инновационные технологии ювелирного производства, описана история ювелирного дела на Алтае, показаны социокультурные ценности в процессе проведения мастер-классов по изготовлению

ювелирных украшений своими руками, ювелирного коворкинга, профориентации – ювелир, как проходит «ювелирный выходной», а также экскурсии и «музейные» ночи.

**Научная новизна проекта** заключается в объединении экономического, инновационно-технологического, исторического и социокультурного подходов, позволяющих объединить бизнес, науку и технологии, благотворительность и сохранить историческое наследие в области краеведения на региональном уровне.

**Ключевые слова:** ювелирное ремесло, ювелирные украшения, история, мастер-классы, маркетинговые исследования, бизнес-проект, ООО «АнВлаКор».

**Место выполнения работы.** Работа выполнена на базе КГБПОУ «Алтайская академия гостеприимства». Научный руководитель: Казанцева Людмила Геннадьевна, кандидат географических наук, доцент кафедры «Экономическая теория и предпринимательство» ФГБОУ ВО «АлтГТУ им. И. И. Ползунова».

## Описание разработки

### История создания и реализации проекта

Ювелирные украшения пользовались спросом во все времена, на протяжении не одного тысячелетия и многих столетий они являлись символом власти, богатства, могущества и были доступны избранной элите общества. В 20 веке искусство создания ювелирных украшений стало меняться благодаря новшествам науки и техники. У ювелиров появились новые материалы, станки, приборы и инструменты. Кроме традиционных золота и серебра появились новые для ювелирного дела материалы: палладий, титан, никель, анодированный алюминий, разные сплавы. Новые камни, полученные с помощью научных высоких технологий, идеально имитируют естественные, например, фианит, созданный русскими учеными, а также камни, которых нет в природе. Таким образом, ювелирные украшения стали широко доступными для массового производства и спроса.

С появлением новых технологий само ювелирное искусство уходит в прошлое. С каждым годом все труднее найти мастера, который может изготовить что-либо на заказ, удовлетворив индивидуальные потребности, а в магазинах представлена продукция массового производства стандартного качества. Современные изделия, несмотря на использование сложного оборудования и технологий, во многом уступают ювелирным украшениям, которые создавались более ста лет назад, когда каждое изделие было неповторимо и индивидуально, так как даже один мастер ручной работы не может сделать два или более абсолютно одинаковых изделий. Профессия ювелира является одной из таинственных и старейших на земле, она стоит на пересечении ремесла и творчества. Работа ювелира требует умения шлифовать, паять, гравировать и т.д., таким образом, ювелир владеет сразу несколькими специальностями. Подготовка молодых ювелиров и передача им традиций мастерства в настоящее время тоже является актуальной задачей и не может быть решена в колледжах без участия ювелиров-наставников, работающих в собственной мастерской.

В связи с вышесказанным, появилась идея создания бизнес-проекта «Ювелирная кухня», целью которого является предоставление ряда услуг в формате мастер-классов и экскурсий, позволяющих клиентам: в реальности соприкоснуться с таинствами ювелирного искусства; приобрести популярные знания и расширить кругозор в области ювелирного дела; приобрести научно-технические знания и изучить на практике технологию изготовления ювелирных украшений; удовлетворить эмоции в процессе создания собственными руками украшения для себя и своих близких; пройти курс обучения по различным темам, связанным с историей развития ювелирного дела, технологией работы мастера-ювелира, созданием собственного имиджа с помощью ювелирных украшений и др.

Социальный бизнес-проект «Творческая студия «Ювелирная кухня» разрабатывается и реализуется уже много лет. Сопровождение проекта в рамках проектной деятельности СБК АлтГТУ осуществляется с 2015 года. Реализация проекта осуществляется на базе

семейной ювелирной мастерской Владислава и Анжелики Коркиных, находящейся в с. Березовка Первомайского района Алтайского края. Проект был презентован на конференциях «Наука и молодежь» (2016 г., 2018 г.), конкурсах «Молодой предприниматель Алтая» (2017 г., 2018 г.), в Алтайской академии гостеприимства в рамках проекта «Пригласи ученого», в Центре профориентации Международной летней детской деревни «Алтай-2018» и многих других мероприятиях [1-3].

В 2018 году проект вышел на новый уровень реализации: 31 января, в международный день ювелира, состоялось открытие Творческого центра «Ювелирная кухня» в г. Барнауле на базе мастерской первого ювелира на Алтае Бориса Михайловича Пластовского по адресу проспект Комсомольский, 114 [4-6].

Творческий центр «Ювелирная кухня» – это музей и мастерская, где любой житель и гость краевой столицы сможет узнать об истории ювелирного дела на Алтае, познакомиться с технологией плавки драгоценных металлов, а на мастер-классах под чутким руководством профессионалов изготовить для себя авторское изделие своими руками (Рис. 1). Первый мастер-класс посвятили изготовлению серебряной цепочки. Посетители пробовали плавить драгоценный металл, а заодно узнали о том, как непроста работа ювелира. Другой творческий урок посвящен свадебным традициям – молодые люди сами для себя могут изготовить обручальные кольца [2].



Рисунок 1. Мастер-классы по плавлению драгоценных металлов и изготовлению ювелирных украшений [2]

Эта творческая лаборатория появилась в память о первом советском ювелире Алтайского края Б. М. Пластовском. В этом доме он работал, создавал украшения, о красоте которых потом слагали легенды. Сейчас, когда ручная работа уступает свои позиции заводским изделиям, профессия ювелира становится все более эксклюзивной [4]. Таким образом, открытие творческой мастерской именно в этом здании произошло не случайно (хотя найдено это место было случайно). Здесь, творил и трудился основатель ювелирного дела на Алтае Борис Михайлович Пластовский, человек с золотыми руками. В его личной мастерской можно было создать и отремонтировать все от ювелирного изделия до раритетных часов. Он в совершенстве знал часы, очень хорошо рисовал, за свою жизнь в совершенстве освоил 18 профессий: водолаза, подводника, авиационного техника, часовщика, гравера, художника, сантехника, электрика, сварщика, моделестроителя, токаря, профессионального фотографа и др. Ювелирное дело изучил самостоятельно. Первое созданное кольцо было уникальным, изготовленное из самородка, хотя в то время даже весов не было. Заказчица осталась довольна. Со временем своими руками сделал весы, а также изобрел бензиновую горелку.

В Творческом центре «Ювелирная кухня» г. Барнаула планируется оказание комплекса современных качественных услуг в сфере ювелирного искусства, ювелирного производства и ремесленного мастерства, в виде следующих мастер-классов:

- мастер-класс «Основы ювелирного дела»;

- мастер-класс «Изготовление обручальных колец» своими руками из золота или серебра;
- мастер-класс «Плавление серебра открытый» (социальный);
- мастер-класс «Плавления серебра»;
- мастер-класс по профориентации «Ювелир – это профессия»;
- мастер-класс «Гравировка на металле» (золото, серебро);
- мастер-класс «Изготовления ювелирных изделий» из золота и серебра;
- мастер-класс «Ювелирный выходной» (изготовление ювелирных изделий);
- «Ювелирный коворкинг».

#### Оценка уровня развития и потенциала роста предприятия ООО «АнВлаКор»

Ювелирная мастерская ООО «АнВлаКор», работает в с. Березовке Первомайского района с 2003 г. арендует помещение по договору безвозмездного пользования, предоставляет услуги по изготовлению, ремонту, продаже и скупке ювелирных изделий из золота и серебра с использованием драгоценных и полудрагоценных камней и является единственной мастерской в Первомайском районе. За время существования мастерской (2003 - 2016 гг.) особой рекламы не было, однако посредством сарафанного радио сюда постоянно приезжают клиенты из разных городов России: Новоалтайска, Барнаула, Бийска, Кемерово, Владивостока, Москвы и др. Ювелирная мастерская ООО «АнВлаКор» представляет собой семейный бизнес, имеющий перспективы для дальнейшего развития. Подана заявка на государственную регистрацию обозначения в качестве товарного знака от 02.11.2017 рег. № 2017745865.

Стратегия развития компании на данный момент не формализована, нет четкого плана по дальнейшему развитию и расширению компании. Вместе с тем в компании высокий уровень вовлеченности членов команды в процессы предприятия, используются ресурсы и инструменты государственной поддержки социальных бизнес-проектов.

Уровень развития предприятия ООО «АнВлаКор» оценивается как средний, потенциал роста – высокий, рекомендуется оказание дополнительной консультационной поддержки ООО «АнВлаКор», помощь по формализации стратегии развития и планирования деятельности компании.

Для дальнейшего развития и увеличения конкурентоспособности предприятия необходимо разработать комплекс мероприятий по разработке стратегии развития и получения государственной поддержки.

Предприятия подобного типа являются весьма перспективными:

- развивают производство в несырьевом секторе экономики;
- снижают импортозависимость/развивают экспорт;
- способствуют росту занятости населения.

Систему развития предприятия предлагается строить на развитии узнаваемости бренда и масштабировании предприятия.

#### Маркетинговые исследования

Исследования по оценке емкости рынка и доли собственной продукции на рынке не осуществлялись, также отсутствует формализованный план расширения, выхода на новые рынки. Маркетинговые исследования осуществляются посредством участия в форумах, выставках, конференциях, проведения музейной ночи и других мероприятиях, в результате чего проект «Ювелирная кухня» приобрел в крае и за его пределами большую популярность.

Ряд мастер-классов был проведен для школьников Березовской СОШ в общепознавательных целях. Ученики получили представление о ювелирной мастерской, изучили на

практике физические и химические свойства металла, посмотрели процессы, которые происходят с металлом при работе, как металл превращается из твердого в жидкий и как происходит весь процесс плавления.

Для информирования о проводимых мастер-классах выпущены листовки, которые распространены по школам Первомайского района. Также мастер-классы проводятся для отдыхающих санатория «Сосновый бор», который готов сотрудничать с ювелирной мастерской «АнВлаКор» и привозить сюда своих отдыхающих. Так как в санаторий «Сосновый бор» Первомайского района приезжают отдыхать и дети, и взрослые со всех регионов России, то это хорошая возможность расширить клиентскую базу, поэтому предполагается продолжить с ним долгосрочное сотрудничество и приглашать на мастерклассы гостей из Алтайского края и других регионов России, так как только здесь им предоставляется возможность увидеть удивительный процесс превращения драгоценного металла в жидкость и наоборот, и попробовать самим все это проделать. Можно выразить уверенность, что это будет интересно каждому. Кроме того, в с. Зудилово находятся детские лагеря: «Рассвет», «Космос» и др., с которыми также предполагается сотрудничества.

На Молодежном форуме Первомайского района в марте 2016 года Ювелирную мастерскую представил глава Администрации Первомайского района Алексей Васильевич Рубцов, который отметил, что аналогичных проектов нет ни в одном районе Алтайского края. В начале апреля 2016 года фирма ООО «АнВлаКор» приняла участие в Форуме молодых предпринимателей Алтая, проходившем в г. Барнауле. На форуме собралось много активных людей, равнодушных к судьбе Алтая. Участвовали молодые предприниматели, руководители, депутаты, парламентарии, представители молодежных организаций, творческих объединений и т.д. В заключение форума было подписано соглашение о создании Совета объединений молодых предпринимателей.

#### Профессия ювелира как социокультурная ценность

Бизнес-проект «Ювелирная кухня» имеет большую социальную значимость, так как он является образовательным и познавательным и полезен всем, кто хочет расширить свой кругозор даже если ни разу не сталкивался с ювелирным производством. Мастер-классы могут посещать и дети, и подростки, и инвалиды, и пенсионеры. Формат мастер-классов будет интересен людям, которые хотят изучить конкретные области ювелирного дела, ребятам и взрослым, всем кто не хочет сидеть на месте, а хочет познавать мир. Данный проект может привлечь поток туристов как из городов и районов Алтайского края, так и из других регионов России. Село Березовка Первомайского района находится на трассе федерального значения М-52, в селе есть Православная церковь святых мучениц Веры, Надежды и Любви и матери их Софии, «Ас-Студия»-музей фотоаппаратов и кинокамер, Дом ремесленников, в котором проводятся мастер-классы изготовления сладких букетов из конфет, кулонов и украшений из кожи, ручного мыла, кофейных магнитов, куклы-скрутки, бижутерии своими руками, ферма, где выращивают разные породы кур, гусей, индюков, перепелов, коз, поросят и других животных. Все эти проекты, включая проект «Ювелирная кухня» можно объединить в Березовский туристический комплекс, который будет иметь значение не только на районном, но и на краевом и федеральном уровнях.

Творческий центр «Ювелирная кухня» – это инженерный, инновационный, социальный проект, имеющий историческую значимость для г. Барнаула и Алтайского края, а также высокую актуальность для развития туристско-рекреационного потенциала региона [7]. Благодаря его реализации сохранена мастерская первого ювелира на Алтае, а созданный на ее базе музей представляет собой важный объект культурно-исторического наследия, туризма, инженерного творчества, социальных инноваций.

## Список использованных источников

1. Коркина, А. Ю. Разработка и реализация бизнес-проекта «Ювелирная кухня» [Электронный ресурс] / А. Ю. Коркина, М. В. Коркин, Л. Г. Казанцева // Горизонты образования: XV Всероссийская научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и молодежь – 2016». Секция «Экономика и финансы». Подсекция «Ты – предприниматель». – Электрон. текст. дан. – Барнаул, 2016. – Режим доступа: <http://edu.secna.ru/publication/5/>. – Загл. с экрана.
2. Подсекция «Ты – предприниматель» в Центре культуры [Электронный ресурс] // Алтайский государственный технический университет : офиц. сайт. – Электрон. текст. дан. – Барнаул, 2008-2018. – Режим доступа: <https://www.altstu.ru/structure/unit/ck/news/14929/>. – Загл. с экрана.
3. Совместная проектная деятельность студенческого бизнес-клуба АлтГТУ и центра культуры ГФ [Электронный ресурс] // Алтайский государственный технический университет : офиц. сайт. – Электрон. текст. дан. – Барнаул, 2008-2018. – Режим доступа: <https://www.altstu.ru/structure/chair/etip/news/14161/>. – Загл. с экрана.
4. Сварили серебро [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=vGM2Yd57ZpI&feature=youtu.be>. – Загл. с экрана.
5. В Барнауле будут проводить мастер-классы по созданию ювелирных украшений [Электронный ресурс] // Вести Алтай, 13:13 / 01 февраля / 2018. – Электрон. дан. – Барнаул, 2018. – Режим доступа: <https://vesti22.tv/news/v-barnaule-budut-provodit-master-klassy-po-sozdaniyu-yuvelirnyhukrasheniy>. – Загл. с экрана.
6. За драгоценными блюдами – на «Ювелирную кухню» [Электронный ресурс] // Краевой дворец молодежи. – Электрон. текст. дан. – Барнаул, 2018. – Режим доступа: <http://altaikdm.ru/page/za-dragocennymi-bljudami-na-yuvelirnuju-kuhnju>. – Загл. с экрана.
7. «Ювелирная кухня» [Электронный ресурс] // Турист Алтая. Нам с Вами по пути. Электрон. текст. дан. – Барнаул, 2018. – Режим доступа: <http://www.touristaltaya.ru/jewellery-workshop>. – Загл. с экрана.

УДК 616+681.3

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ БОЛЬНЫХ АЛЛЕРГИЧЕСКИМ РИНИТОМ И БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМОЙ

Субботин Дмитрий Андреевич  
Россия, Алтайский край, город Барнаул  
КГБОУ «Алтайский краевой педагогический лицей-интернат», 11 класс  
*e-mail: main@pedliceum.altai.ru*

**Аннотация.** Начиная с 2002 года в документах «Глобальная стратегия лечения и профилактики бронхиальной астмы» (GINA) поставлена цель: достижение контроля над заболеванием. В «Федеральные клинические рекомендации по диагностике и лечению аллергического ринита» цель поставлена та же. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: качественное проведение базисной терапии; устранение внешних провоцирующих факторов для предупреждения обострений (наиболее важной задачей при этом является исключение контакта с аллергенами); составление индивидуального плана лечения. Исходя из этого, поставлена задача создать программно-аппаратный комплекс, помогающий решению поставленных проблем. Для решения первой проблемы можно сделать своеобразную «напоминалку» о наступлении времени прие-



ма лекарств. В целях получения ответа на вопрос: «Поможет ли данная технология повысить степень выполнения назначений врача?», проведен эксперимент. По результатам эксперимента, степень выполнения назначений в основной группе оказалась выше более чем в 7 раз: 68,75% против 9,38% в контрольной группе. Для решения второй проблемы будет реализован модуль датчиков, определяющих наличие пыльцевых аллергенов в воздухе, при этом данные со всех датчиков будут храниться на сервере сообщества и выдаваться по запросу в виде карты загрязнений каждому участнику. Третью задачу я предлагаю решить, создав электронный дневник с функцией обратной связи и возможностью передачи данных дневника на сервер медицинского учреждения. Для реализации задуманного мной программно-аппаратного комплекса я выбрал семейство Arduino-совместимых модулей и датчиков, с выполнением программной части проекта в средах Arduino и Processing на языках программирования с синтаксисом C++ и Java соответственно. В рамках данного проекта реализован модуль «Многофункциональное персональное устройство» в части выполнения функции «Календарь назначений» на базе Arduino-совместимого модуля ESP8266. Устройство состоит из модуля часов реального времени, жидкокристаллического дисплея, набора датчиков и подключается в имеющуюся сеть Wi-Fi.

**Ключевые слова:** аллергический ринит, бронхиальная астма, операционные системы, многофункциональное программное устройство, Web-сервер.

**Место выполнения работы.** Работа выполнена на базе КГБОУ «Алтайский краевой педагогический лицей-интернат». Научный руководитель: Субботин Андрей Иванович, индивидуальный предприниматель.

## Описание разработки

### Введение

Поводом для начала разработки проекта послужило то, что мне поставили диагноз – аллергический ринит. По назначению врача мне следовало проводить базисную терапию в виде регулярного приема таблеток, вести дневник самоконтроля, а также стараться избегать контакта с аллергенами. Я почувствовал, что один с этой задачей не справлюсь, появилась необходимость в приборе-помощнике.

Для начала я решил изучить медицинскую литературу. Приступив к изучению документов Российской Ассоциации Аллергологов и Клинических Иммунологов (РААКИ) [1]; Глобальной Стратегии Лечения и Профилактики Бронхиальной Астмы (GINA) [2]; Allergic Rhinitis and its Impact on Asthma (ARIA) [3] я пришел к выводу, что данный прибор может помочь не только мне, но и не менее 15% населения, так как похожие назначения получают в соответствии с рекомендациями [1][2] и другие больные аллергическим ринитом и бронхиальной астмой.

Кроме того, по данным GINA [2], ARIA [3], аллергический ринит в 30% случаев перетекает в бронхиальную астму (далее, говоря про бронхиальную астму, я буду иметь ввиду аллерген как специфичный вид болезни). У этих хронических заболеваний общая аллергическая природа. Стратегия лечения аллергического ринита и бронхиальной астмы заключается в установлении контроля над заболеванием.

Для достижения контроля необходимо: качественно провести базисную терапию; устранить внешние провоцирующие факторы для предупреждения обострений (наиболее важной задачей при этом является исключение контакта с аллергенами); вести дневника самоконтроля; составить индивидуальный план лечения. Из этого следует, необходимо создать прибор-помощник, который будет помогать людям, страдающим как аллергическим ринитом, так и бронхиальной астмой.

## Повышение комплаентности

В местной районной поликлинике назначения врач обычно выписывает от руки, что при известной «разборчивости» почерка большинства врачей существенно затрудняет взаимопонимание между врачом и пациентом. На уровне краевой поликлиники дела обстоят намного лучше. При запуске системы «Электронная карта больного» [4] у врачей появилась возможность избавиться от особенностей своего почерка, теперь назначения печатаются на принтере, но даже и это не панацея. Главной проблемой такой системы является то, что такое назначение не в силах напомнить мне о том, что пора принимать лекарства, что может привести к пропуску времени приема. В медицине подобные пропуски обозначаются специальным термином – *нонкомплайнс*.

*Комплайнс* (англ. *compliance*) – согласие, соответствие. В Оксфордском словаре английского языка дается следующее определение данного термина – действие в соответствии с запросом или указанием, повиновение. *Комплайнс* в медицине – это добровольное согласие пациента следовать предписанному лечению. Противоположное понятие – *нонкомплайнс* – это несогласие (непреднамеренное, преднамеренное). В моем случае речь идет о непреднамеренном нарушении указаний врача. Такое чаще всего происходит при длительном лечении на стадии ремиссии.

Для повышения качества исполнения назначений врача я предлагаю загружать их с сервера медицинского учреждения в виде записей в программу, исполняющую функции органайзера, например, программу «Календарь» смартфона на базе операционной системы Android. Для тех людей, кто не пользуется смартфоном, изготовить персональный прибор, выполняющий функцию органайзера (Схема VIII.1).

В целях получения ответа на вопрос «Помогут ли информационные технологии в деле повышения комплаентности?» я проведу эксперимент. В ходе эксперимента участники (ученики старших классов, имеющие у себя в пользовании смартфон под управлением операционной системой Android) будут фотографировать контрольные карты во время, указанное в листе назначений. Основная группа участников эксперимента будет фотографировать контрольные карты по напоминанию, то есть лист назначений будет загружен в системную утилиту «Календарь» смартфона, который в свою очередь будет напоминать о том, что пора фотографировать контрольные карты, а участники из второй группы будут фотографировать контрольные карты только на основании бумажного листа назначений. После окончания эксперимента все участники передадут мне фотографии контрольных карт, сделанных за время проведения эксперимента. В свойствах файла фотографии имеется дата и время. По наличию либо отсутствию фотографий соответствующего назначения я смогу сравнить степень исполнения назначений, выданных только на бумажном носителе, со степенью исполнения назначений при дублировании листа назначений в программе «Календарь», выдающему напоминание пользователю о предстоящем событии. По результатам эксперимента я смогу оценить возможную эффективность предложенного мной решения в вопросе повышения комплаентности лечения.

### Журнал эксперимента

(23.11.2015) Подготовил материалы для проведения эксперимента: Памятка участнику (рисунок I.1), Контрольные карты (Рисунок II.1), Лист назначений (рисунок II.2). Был найден способ достаточно быстрого создания списка задач (Листа назначений) и экспорта в файл обмена утилиты «Календарь» смартфона при помощи программы «My Phone Explorer» (Рисунок III.1).

(23.11.2015) Протестировал работоспособность метода на своем смартфоне (Sony Xperia C1605), установив на него клиентскую часть программы «My Phone Explorer». Экспорт файла завершился успешно.

(24.11.2015) Из учащихся старших классов школы были отобраны 20 участников эксперимента. Они пришли в разное время: одни после пятого урока, другие после шестого. Первой волне участников загрузить электронные листы назначений не удалось, так как программа «My Phone Explorer» не могла установить соединение со своей клиентской частью, загруженной предварительно на их смартфоны. Поэтому я записал всех в контрольную группу, решив, что со второй волной такого не будет. Попытки подключения устройств участников второй волны также окончились неудачей.

(24.11.2015 - 26.11.2015) Экспериментируя с настройками, подключил несколько устройств, но загрузить «Лист назначений» не удалось.

(27.11.2015 - 29.11.2015) Искал подходящее программное обеспечение. Наконец нашлась подходящая программа – «Calendar Import-Export». В результате, для создания «Листа назначений» и экспорта в файл передачи данных использована была программа «My Phone Explorer», а для импорта из файла передачи в программу «Календарь» смартфона – «Calendar Import-Export» (Рисунок III. 2).

(30.11.2015) На этот раз все получилось. Участникам эксперимента из основной группы был загружен «Лист назначений» в программу «Календарь» их смартфонов.

(11.12.2015) Из-за переноса сроков сдачи документации по проекту, эксперимент пришлось завершить досрочно. Результаты выполнения назначений (Таблица IV.1) предоставили только 8 участников из 20. Трое участников выбыли по техническим причинам – поломка смартфона, потеря карты памяти и так далее. Причина отказа от участия в эксперименте остальных участников неизвестна.

Было проведено анкетирование участников с целью выяснения их отношения к предлагаемой технологии.

(15.12.2015) Обработка результатов эксперимента: основная группа, пользовавшаяся, кроме бумажного «Листа назначения», его электронной версией в программе «Календарь» смартфона, выполнила назначения на 68,75%, тогда как контрольная группа, имеющая в своем распоряжении только бумажный «Лист назначения», всего лишь на 9,38% (Таблица V.1) (Диаграмма V.1).

По результатам анкетирования, большая часть участников считает, что данная технология поможет реальным пациентам (Рисунок VI.1, Таблица VI.1). К сожалению, малое количество участников, дошедших до финала эксперимента не позволило исследовать зависимость их комплаентности от пола и возраста. Нерешенным остался вопрос о том, как интерпретировать отказ значительной части участников предоставить свои результаты. Возможно, «узким местом» проведенного эксперимента является факт сбора результатов (фотографий) только по окончании эксперимента, из-за этого не представляется возможным получить результаты участников, покинувших эксперимент досрочно. Для исправления этого недостатка следует организовать проведение эксперимента таким образом, чтобы фотографии, сделанные участниками не хранились в памяти их смартфонов, а каждый раз при съемке загружались на какой-либо ресурс для хранения файлов, доступный в сети интернет, например «облачный» сервис.

#### Предупреждение обострений

Как я указывал выше, очень важный вопрос при контроле аллергического ринита и бронхиальной астмы – предупреждение обострений, а обострения возникают чаще всего от контакта с аллергенами. Респираторные аллергены представляют собой пыльцевые частицы диаметром 10-50 микрометров. Считается опасной концентрация пыльцы в воздухе уже от 10 мг/м<sup>3</sup>. Человек не в состоянии определить их на глаз настолько малые размеры и концентрации. Степень загрязнения воздуха пыльцевыми частицами зависит от интенсивности выброса пыльцы деревьями и травами; расстояния от пылящих растений до точки замера; направления и силы ветра; влажности и температуры воздуха; прочих погодных факторов. Например, прошедший дождь практически полностью очищает воздух от пыльцы, а в сухую, солнечную и ветреную погоду наоборот, концентрация пыльцы в воздухе максимальная. Чтобы избегать контакта с аллергенами, нужно знать, что они

находятся в воздухе. На сегодняшний день о возможном наличии пыльцы в воздухе можно узнать только на основании «Календарей цветения». К сожалению, «Календари цветения» публикуются только для нескольких крупных городов. А данные, представленные в календарях, являются довольно приблизительными и не учитывают разницу в уровнях загрязнения воздуха в разных районах города и, тем более, на разных улицах. Составление календарей происходит на основании прогнозных данных, а также, результатов текущих измерений. Измерения проводятся достаточно точным лабораторным методом, но с большим периодом измерения, что не позволяет получать данные оперативно.

Считаю, что большей эффективности в вопросе предупреждения обострений можно достичь, используя персональный датчик наличия пыльцы в воздухе, установленный на улице, за окном комнаты предполагаемого больного.

Датчик будет предупреждать владельца об опасных концентрациях пыльцевых аллергенов в наружном воздухе, отправляя сообщение об этом на прибор, установленный в комнате, имеющий соответствующие индикаторы, либо на смартфон владельца. Качество выполнения данной функции будет зависеть, прежде всего, от правильности выбора используемого датчика.

Используемые в настоящее время классические технологии измерения концентрации пыльцы в воздухе: гравиметрические сборники, сборники пыльцы ударного типа, сборники пыльцы всасывающего типа (спороуловитель Хирста (Hirst), спороуловитель Буркхарда (Burkhard), прибор Андерсона (Anderson) – отличаются только технологией сбора, а подсчет количества пыльцы производится по существу одинаково, квалифицированным специалистом в лабораторных условиях при помощи микроскопа.

Новые методы измерения отличаются, во первых, автоматизацией распознавания и подсчета пыльцевых зерен. Одна из технологий основана на использовании алгоритмов искусственных нейронных сетей Хэмминга. Суть метода заключается в распознавании образов зерен пыльцы на полученном с помощью электронного микроскопа изображении. Сбор образцов происходит одним из классических способов. Приготовление препарата для наблюдения выполняется вручную. Данная технология не позволяет полностью автоматизировать процесс и также относится к лабораторному типу измерений.

Для нужд данного проекта требуется датчик другого типа – персональный. Он должен удовлетворять следующим требованиям:

- измерения должны выполняться в полностью автоматическом режиме;
- период измерения должен быть достаточно коротким, чтобы владелец датчика мог перед выходом на улицу на основании текущих показаний, полученных с датчика, принять решение, нужно ли предпринимать меры защиты от содержащейся в воздухе пыльцы;
- так как датчик будет работать в автономном режиме (за окном), он должен быть экономичным;
- не должен требовать регулярного обслуживания;
- цена такого датчика должна быть умеренной.

Данным требованиям удовлетворяет патентованный прибор Shinyei PS-2 производства японской фирмы SHINYEI TECHNOLOGY. Принцип работы прибора заключается в подсчете количества зерен пыльцы в принудительно продуваемом через камеру воздухе. Подсчет производится по сигналам оптических датчиков, улавливающих отраженный от частиц свет лазера. Для детектирования именно пыльцевых частиц используется эффект поляризации отраженного света (Рисунок VII.1). К недостаткам этого датчика можно отнести невозможность определить конкретный вид пыльцы, что для данного проекта является несущественным. Итак, датчик для определения загрязнения воздуха выбран.

Но один в поле не воин. При помощи одного датчика можно узнать концентрацию пыльцы только у себя за окном, но этого мало, так как в разных кварталах, на разных улицах и даже в разных дворах уровни загрязнения воздуха могут отличаться. Предлагаю информацию с каждого из этих персональных датчиков сделать доступной другим пользова-

телям. При этом данные со всех датчиков будут храниться на сервере сообщества и выдаваться по запросу в виде карты загрязнений каждому участнику (Схема VIII.2).

#### Составление индивидуального плана лечения

В документах «Глобальная стратегия лечения и профилактики бронхиальной астмы» (GINA) [2] и «Федеральные Клинические Рекомендации по Диагностике и Лечение Аллергического ринита» [1] имеются рекомендации по ведению дневника самоконтроля и персонализации лечения, то есть о составлении индивидуального плана.

Для решения первой задачи у пациента и лечащего врача инструменты имеются: разработаны формы ведения дневника, существуют также программные средства (Asthma Tracker, Asthma Sense, Asthma Check). Многие больные бронхиальной астмой активно ведут дневник самоконтроля. Происходит это следующим образом: пациент заносит в него показания пикфлоуметра (прибор, измеряющий предельную скорость выдоха), по «шкале светофора» оценивает самочувствие, а также записывает дозу принятого лекарства.

Для решения второй задачи у лечащего врача, на мой взгляд, крайне мало возможностей. В промежутках между обращениями к врачу пациент даже с хроническими диагнозами зачастую остается предоставлен самому себе.

По моему мнению, для выполнения функции обратной связи «Пациент-лечащий врач» можно, с разрешения пациента (родителей, опекунов), использовать электронный дневник самоконтроля, обеспечив передачу данных, заносимых в дневник, на сервер медицинского учреждения, где данные соответствующим образом обработаются, а результаты будут доступны лечащему врачу на его рабочем месте в любое время. Кроме того, в проектируемом мною программно-аппаратном комплексе существует возможность сбора данных с имеющихся в системе датчиков и передачи их на сервер с привязкой к данным, введенным пациентом в форму дневника. Далее, лечащий врач сможет использовать их при составлении индивидуального плана, или для каких-либо других нужд, относящихся к лечению пациента (Схема IX.1).

### Реализация проекта

Для реализации проекта я выбрал родственные среды программирования Arduino [5] и Processing [6]. Так совпало, что перед началом проекта я начал изучать среду Arduino и увидел в ней большие возможности: множество совместимых модулей и датчиков; «не изобретение велосипеда», так как используется синтаксис языка программирования C++; скорость разработки (прошивка микроконтроллера командой из среды программирования). Среда Processing будет использоваться для реализации программной части проекта на платформе Android и кросс-платформенной PC части.

#### Архитектура

Программно-аппаратный комплекс будет состоять из следующих модулей:

1. Наружный блок датчиков.
2. Приложение для смартфона на платформе Android.
3. Многофункциональное персональное устройство.
4. Web-сервер сообщества.
5. Сервер медицинского учреждения.
6. Рабочее место лечащего врача.

Для связи между модулями 1, 2, 3 планируется использовать существующую домашнюю сеть Wi-Fi, либо, при отсутствии таковой, сеть Wi-Fi, организованную с помощью смартфона пользователя. Необходимое требование к Wi-Fi сети — наличие шлюза в сеть Интернет для связи с другими модулями комплекса.

Наружный блок датчиков представляет собой набор Arduino совместимых модулей с высокой степенью интеграции: датчик наличия пыли Shinyei PS-2, цифровой датчик температуры и влажности, возможно расширение списка задействованных датчиков. К сожалению, из-за имеющихся сложностей с наличием комплектующих, а именно, из-за

отсутствия датчика наличия пыли Shinyei PS-2, реализация модуля откладывается, и выходит за рамки данного проекта.

Приложение для смартфона будет выполнено в среде Processing и будет выполнять следующие функции: календаря назначений с функцией напоминания, возможно расширение в виде функции контроля (подтверждение выполнения назначения); отображение информации о провоцирующих обострения факторов, полученных с Web-сервера сообщества; ведение интерактивного дневника для целей самоконтроля и помощи в составлении индивидуального плана лечения. Функционал данного модуля во многом совпадает с функциями модуля 3 – «Многофункциональное персональное устройство». Это сделано для удовлетворения требований более широкого круга пользователей – люди старшего поколения предпочтут, вероятнее всего, использование модуля 3 (Многофункциональное персональное устройство), тогда как более молодые – данного модуля, то есть приложения для смартфона. На эту тему в дальнейшем хотелось бы провести исследование. Но на сегодняшний день реализация данного модуля видится несколько избыточной и, соответственно, выносится за рамки проекта.

Конструкция «Многофункционального персонального устройства» состоит из Arduino совместимых модулей и предназначена для выполнения следующих функций: календаря назначений с функцией напоминания, при этом возможно расширение в виде функции контроля (подтверждение выполнения назначения); отображение информации о провоцирующих обострения факторах, полученных с наружного блока датчиков; ведение интерактивного дневника для целей самоконтроля и помощи в составлении индивидуального плана лечения; обеспечение приема данных с наружного блока датчиков; прием и передача данных с/на Web-сервер сообщества и сервер медицинского учреждения; сохранение полученных данных на SD-карту. Данные, поступающие с наружного блока датчиков, необходимо привязать к координатам места для нужд «сервера сообщества», поэтому в приборе необходим блок приема навигационных данных Глонасс/GPS. Размещение его в наружном блоке датчиков не оправдано, так как приведет к увеличению потребления энергии модулем и сложностям в обеспечении автономного режима энергообеспечения. Данные также нужно привязать к текущему времени, следовательно, необходим модуль часов реального времени.

Вопрос по выбору технологий и сред программирования для построения Web-сервера сообщества пока является открытым. От Web-сервера требуется выполнение следующих функций: прием, хранение и обработка данных, полученных с многофункциональных персональных устройств; выдача данных в виде карты загрязнений по запросу. Для реализации планируется использование платформы Web-сервера Apache (Апач) в связке с SQL сервером PostgreSQL (Постгрес). Реализация модуля «Web-сервер сообщества» ввиду трудоемкости выходит за рамки данного проекта.

Сервер медицинского учреждения. Исполнение данного модуля не входит в рамки проекта. Он должен иметь следующие функции: прием/передача данных с/на смартфон и/или многофункциональное устройство пациента; интеграция данного комплекса с системой «Электронная Медицинская Карта» («ЭМК») [4], последующих версий, так как на данный момент в «ЭМК» подходящих полей для хранения данных нет. Справочники, необходимые для составления листа назначений в «ЭМК» имеются.

Рабочее место врача является частью системы «ЭМК», поэтому при интеграции комплекса с «ЭМК» на компьютере врача будут доступны необходимые функции.

#### Практическая реализация

По указанным выше причинам в рамках данного проекта будет реализован пока только модуль «Многофункциональное персональное устройство» в части выполнения функции календаря назначений с функцией напоминания.

В начале, в целях изучения принципов работы интерфейсов GPIO, I2C, SPI, UART была использована плата микроконтроллера Arduino Uno. (Рисунок IX.2, Рисунок X.1). В дальнейшем, она была заменена на модуль на основе чипа ESP8266 [7], который является

модулем для создания точки доступа Wi-Fi сети, совмещенный с микроконтроллером, имеющим достаточное количество портов GPIO, 14-разрядный АЦП, порты последовательных интерфейсов UART, SPI, I2C.

Кроме того, в конструкции использован жидкокристаллический символьный дисплей с подключением по шине I2C, модуль часов реального времени на чипе DS3231 с подключением также по шине I2C и модуль SD карты с подключением по интерфейсу SPI. Кроме того, решил дополнить конструкцию модулями датчиков: атмосферного давления и температуры воздуха на базе чипа BMP180 с подключением по шине I2C, влажности воздуха на базе чипа SI7021 с подключением также по шине I2C.

### Словарь терминов

Аллерген – антиген, на который у людей, чувствительных к нему, возникает аллергическая реакция.

Комплаинс – добровольное согласие пациента следовать предписанному лечению.

Ремиссия – период течения хронической болезни, который проявляется значительным ослаблением или исчезновением её симптомов.

Контрольные карты – простая эмуляция лекарственных препаратов, так как проводить подобные опыты с использованием настоящих лекарственных препаратов ЗАПРЕЩЕНО! На всех контрольных картах присутствует штрих-код с номером для идентификации участника и номер карты.

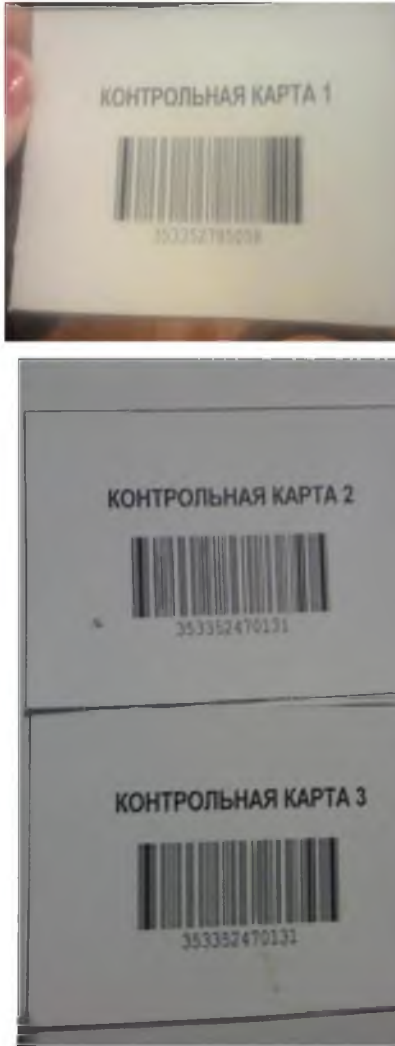
Лист назначений – эмуляция рецепта, выданного врачом.

Сообщество – группа лиц, страдающих аллергическим ринитом или бронхиальной астмой (не обязательно), имеющих необходимый комплект оборудования, состоящий, как минимум, из блока наружных датчиков, а также многофункционального модуля либо смартфона.

Web-сервер сообщества – Web-сервер для сбора, обработки и хранения данных о наличии пыльцы в воздухе, полученных с персональных датчиков участников сообщества и выдачи данных по запросу в виде карты загрязнений воздуха пыльцевыми частицами.

### Список используемых источников

1. Федеральные клинические рекомендации по диагностике и лечению аллергического ринита [Текст] / Российская Ассоциация аллергологов и клинических иммунологов (РААКИ). – Москва, 2013.
2. Глобальная стратегия лечения и профилактики бронхиальной астмы (GINA) [Текст] / сост. Global Initiative for Asthma. – Москва, 2011. – 106 с.  
Allergic Rhinitis and its Impact on Asthma (ARIA) 2008 // J Invest Allergol Clin Immunol/ – 2008. – Vol. 18. – P. 327-334
3. Основные разделы электронной медицинской карты [Текст] / Министерство Здравоохранения Российской Федерации. – Москва, 2013.
4. Arduino [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.arduino.cc>. – Загл. с экрана.
5. Processing [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.processing.org>. – Загл. с экрана.
6. Сообщество разработчиков [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.esp8266.ru>. – Загл. с экрана.

<p style="text-align: center;"><b>Памятка участнику</b></p> <p>«Лист назначений» - расписание выполнения действий на бумажном носителе, либо в виде файлов пастроек программы «Календарь». «Контрольная карта» - карта с идентификатором участника в виде номера со штрих-кодом и номером действия (1, 2, 3).</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Всем участникам эксперимента необходимо получить у организатора «Лист назначений» и набор «Контрольных карт». Участникам из первой группы получить, кроме того, «Лист назначений» в виде файла пастроек программы «Календарь» смартфона.</li> <li>2. В указанное в «Листе назначений» время необходимо сфотографировать на смартфон «Контрольную карту», номер которой указан в «Листе назначений» (далее Действие).</li> <li>3. В случае пропуска времени или даты Действия, указанного в листе назначений, выполнить Действие незамедлительно, если не наступило время следующего Действия с этой же «Контрольной картой», в противном случае «просроченное» Действие не выполнять.</li> <li>4. Фотографии за весь период необходимо сдать организатору в течении трех дней по окончании эксперимента.</li> </ol> <p>Требования к фотографии:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Номер под штрих-кодом на «Контрольной карте» должен быть легко читаем.</li> <li>2. На фотографии не должны присутствовать посторонние предметы или люди (себя фотографировать также не нужно), только «Контрольная карта».</li> </ol> <p>Требования к смартфону:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Операционная система Android (4.0 или выше).</li> <li>2. Дата и время должны быть синхронизированы с сервером точного времени (NTP-сервер).</li> <li>3. Наличие стандартной программы «Календарь».</li> </ol> <p>Требования к дисциплине:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Не изменять настройки программы «Календарь» на время проведения эксперимента.</li> <li>2. Не изменять настройки даты и времени смартфона (после синхронизации с NTP-сервером) до окончания эксперимента.</li> <li>3. Не удалять и не модифицировать файлы фотографий, относящиеся к эксперименту.</li> <li>4. Не поручать выполнение действий третьим лицам.</li> </ol> <p style="text-align: center;"><b>ОРГАНИЗАТОРОМ ГАРАНТИРУЕТСЯ АНОНИМНОСТЬ ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ В ХОДЕ ЭКСПЕРИМЕНТА.</b></p>	
Рисунок I.1. Памятка участнику	Рисунок II.1. Фотографии «Контрольных карт»
<p><b>Лист назначений</b> с 24.11.15 по 14.12.15 включительно</p> <p><i>Контрольная карта 1 — 1 раз в день вечером (в 20.00), 3 недели ежедневно</i>  <i>Контрольная карта 2 — 2 раза в день утром (в 8.00) и вечером (в 20.00), 1 неделю ежедневно</i>  <i>Контрольная карта 3 — 1 раз в день утром (в 8.00), 1-ая неделя ежедневно, 2-ая неделя 2-ой, 4-ый, 6-ой дни, 3-я неделя 1-ый, 3-ий, 5-ый дни</i></p> <p><b>ПЕРВЫМ ДНЕМ НЕДЕЛИ СЧИТАТЬ ВТОРНИК</b></p> <p>Рисунок II.2. Лист назначений</p>	



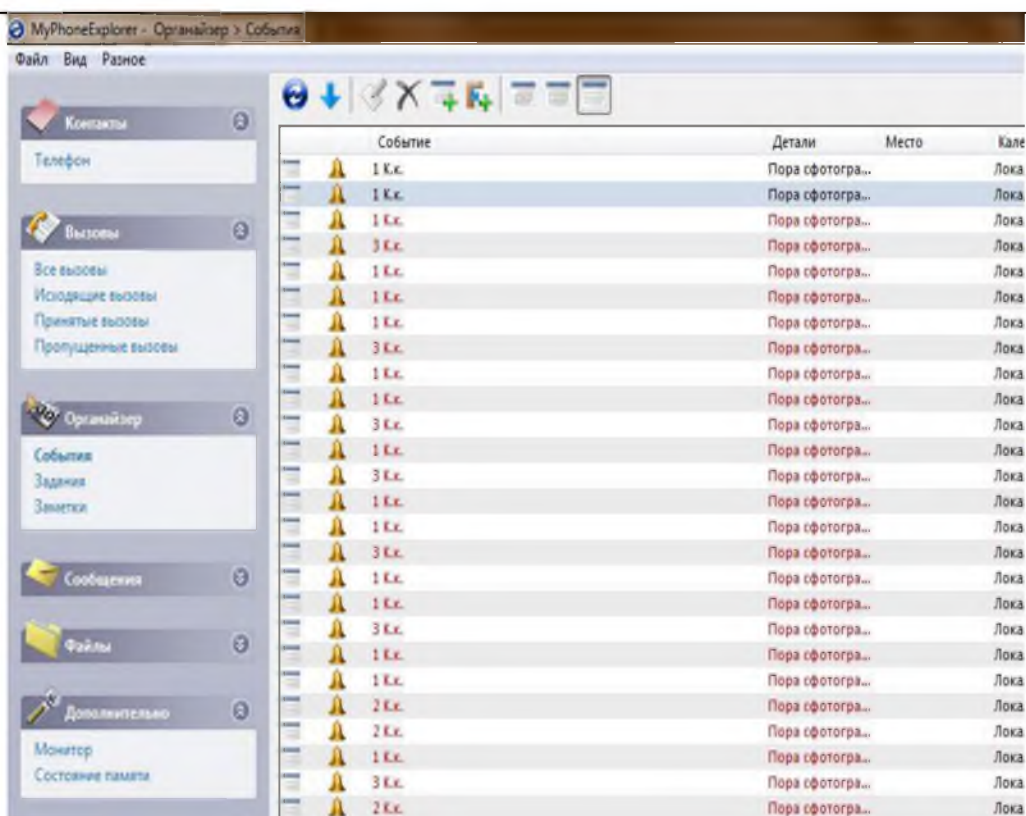


Рисунок III.1. Создание настроек календаря в программе «MyPhoneExplorer»

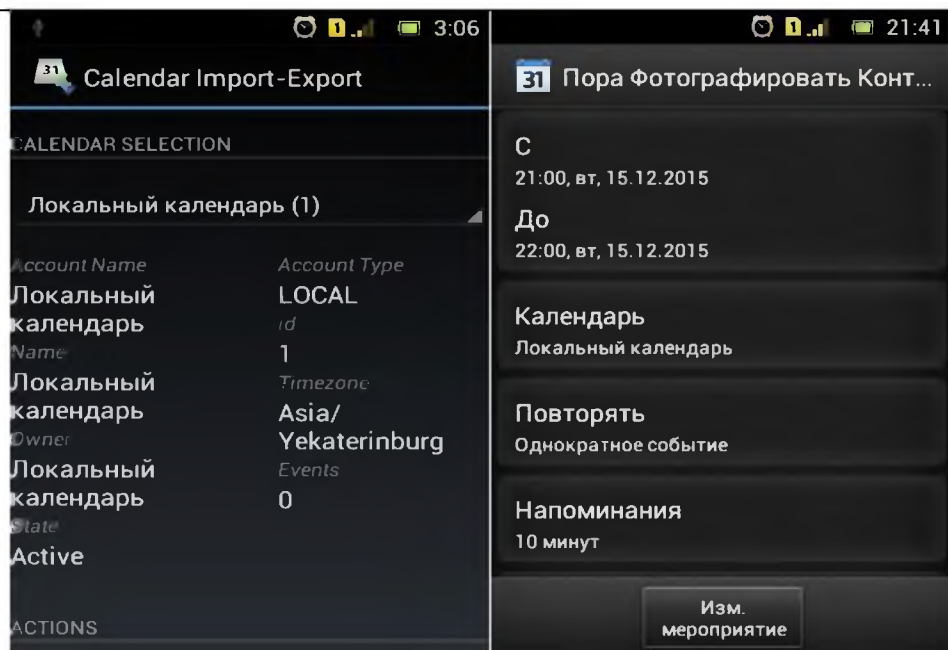


Рисунок III.2. Скриншот программы «Calendar Import-Export» и скриншот утилиты «Календарь» с загруженным «Листом назначений»

Номер участника	Возраст, лет	Пол	Дата назначения	Время назначения	Лист назначений в календаре смартфона	Результат выполнения назначения
353352155204	17	Ж	01.12.15	20:00	Есть	Не выполнено
353352155204	17	Ж	02.12.15	08:00	Есть	Выполнено
353352155204	17	Ж	02.12.15	20:00	Есть	Не выполнено
353352155204	17	Ж	03.12.15	20:00	Есть	Не выполнено
353352155204	17	Ж	04.12.15	08:00	Есть	Выполнено
353352155204	17	Ж	04.12.15	20:00	Есть	Не выполнено
353352155204	17	Ж	05.12.15	20:00	Есть	Выполнено
353352155204	17	Ж	06.12.15	08:00	Есть	Выполнено
353352155204	17	Ж	06.12.15	20:00	Есть	Выполнено
353352155204	17	Ж	07.12.15	20:00	Есть	Не выполнено
353352155204	17	Ж	08.12.15	08:00	Есть	Выполнено
353352155204	17	Ж	08.12.15	20:00	Есть	Выполнено
353352155204	17	Ж	09.12.15	20:00	Есть	Выполнено
353352155204	17	Ж	10.12.15	08:00	Есть	Выполнено
353352155204	17	Ж	10.12.15	20:00	Есть	Выполнено
353352155204	17	Ж	11.12.15	20:00	Есть	Не выполнено
353352470131	17	Ж	01.12.15	20:00	Нет	Выполнено
353352470131	17	Ж	02.12.15	08:00	Нет	Выполнено
353352470131	17	Ж	02.12.15	20:00	Нет	Выполнено
353352470131	17	Ж	03.12.15	20:00	Нет	Выполнено
353352470131	17	Ж	04.12.15	08:00	Нет	Выполнено
353352470131	17	Ж	04.12.15	20:00	Нет	Выполнено
353352470131	17	Ж	05.12.15	20:00	Нет	Не выполнено
353352470131	17	Ж	06.12.15	08:00	Нет	Не выполнено
353352470131	17	Ж	06.12.15	20:00	Нет	Не выполнено
353352470131	17	Ж	07.12.15	20:00	Нет	Не выполнено
353352470131	17	Ж	08.12.15	08:00	Нет	Не выполнено
353352470131	17	Ж	08.12.15	20:00	Нет	Не выполнено
353352470131	17	Ж	09.12.15	20:00	Нет	Не выполнено
353352470131	17	Ж	10.12.15	08:00	Нет	Не выполнено
353352470131	17	Ж	10.12.15	20:00	Нет	Не выполнено
353352470131	17	Ж	11.12.15	20:00	Нет	Не выполнено
353352785058	16	Ж	01.12.15	20:00	Есть	Не выполнено
353352785058	16	Ж	02.12.15	08:00	Есть	Выполнено
353352785058	16	Ж	02.12.15	20:00	Есть	Выполнено
353352785058	16	Ж	03.12.15	20:00	Есть	Выполнено
353352785058	16	Ж	04.12.15	08:00	Есть	Выполнено
353352785058	16	Ж	04.12.15	20:00	Есть	Выполнено
353352785058	16	Ж	05.12.15	20:00	Есть	Не выполнено
353352785058	16	Ж	06.12.15	08:00	Есть	Не выполнено
353352785058	16	Ж	06.12.15	20:00	Есть	Не выполнено
353352785058	16	Ж	07.12.15	20:00	Есть	Выполнено
353352785058	16	Ж	08.12.15	08:00	Есть	Выполнено
353352785058	16	Ж	08.12.15	20:00	Есть	Не выполнено
353352785058	16	Ж	09.12.15	20:00	Есть	Выполнено
353352785058	16	Ж	10.12.15	08:00	Есть	Не выполнено
353352785058	16	Ж	10.12.15	20:00	Есть	Не выполнено
353352785058	16	Ж	11.12.15	20:00	Есть	Выполнено

Таблица IV.1. Часть таблицы результатов эксперимента

Сводные результаты выполнения назначений в рамках эксперимента			Таблица V.1.
Лист назначений в календаре смартфона	Результат выполнения назначения, количество (процент от суммы по строке)		
	Выполнено	Не выполнено	
<b>Есть</b>	44 (68,75%)	20 (31,25%)	
<b>Нет</b>	6 (9,37%)	58 (90,63%)	

Зависимость выполнения назначений от наличия "Листа назначений" в программе "Календарь" смартфона участника эксперимента

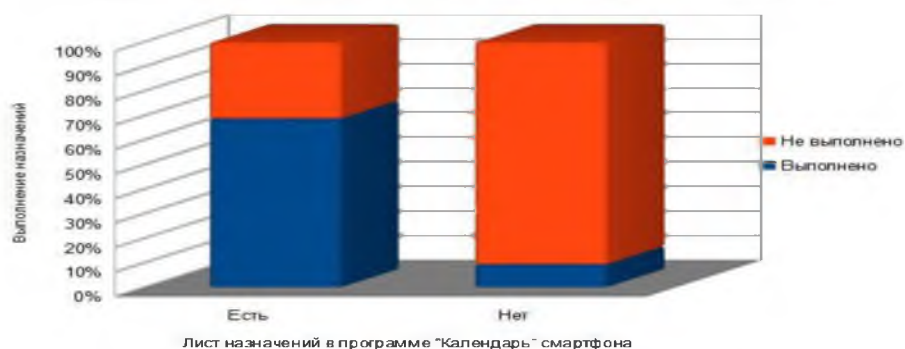


Рисунок Диаграмма V.1. Зависимость выполнения назначений от наличия «Листа назначений» в программе «Календарь» смартфона участника эксперимента

Анкета участника эксперимента

1	Укажите номер участника.	354985655913
2	Сколько Вам полных лет? (число)	16
3	Укажите Ваш пол. (М/Ж)	Женский
4	Были ли у Вас пропуски действий из листа назначений? (да/нет)	Да
5	Если да, то по каким причинам были пропуски? (например, «забыл(-а)», «было некогда» и т. д.)	было некогда
6	Получали ли Вы электронный календарь? (да/нет)	Да
7	С какой даты Вы начали использовать электронный календарь?	2.12.15.
8	Помог ли Вам электронный календарь? (да/нет)	Да
9	Были ли пропуски назначений во время пользования электронным календарем? (да/нет)	Да
10	Если да, то по какой причине?	было некогда
11	Как Вы думаете: поможет ли данная технология в соблюдении назначений настоящим пациентам? (да/нет)	Да

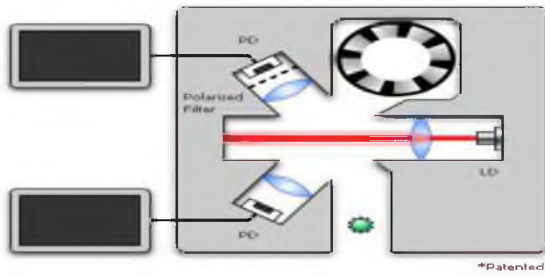
Если Вы не получали лист назначений в виде электронного календаря, на вопросы 7, 8, 9, 10 поставьте прочерки

Спасибо за участие!

Рисунок VI.1. Экземпляр заполненной анкеты

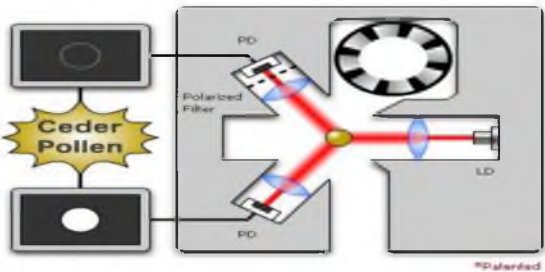
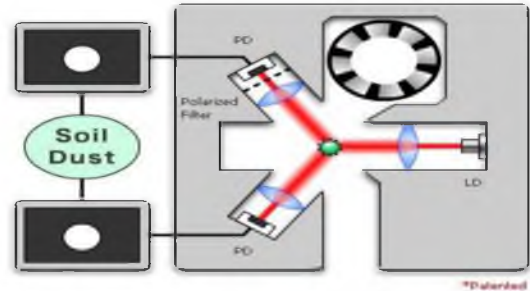
Номер участника	Возраст	Пол	Наличие пропусков выполнения назначений	Причины пропусков	Был ли выдан электронный календарь	Помог ли электронный календарь	Были ли пропуски во время пользования электронным календарем	Поможет ли данная технология настоящим пациентам
353352155204	17	Ж	Да	было некогда	Да	Да	Да	Да
353352785058	16	Ж	Да	было некогда	Да	Да	Да	Да
354985655913	16	Ж	Да	было некогда	Да	Да	Да	Да
353352470131	17	Ж	Да	было некогда	Нет			Да
354985972295	17	М	Да	забыл	Да	Да	Нет	Да
355584390990	17	М	Да	забывал, было некогда	Да	Нет	Нет	Да
355585024823	17	Ж	Да	не успевала во время	Нет			Да
355584707906	18	Ж	Да	забывала, было некогда	Да	Нет	Да	Нет

Таблица VI.1.  
Результаты анкетирования



В зоне луча лазера объекты отсутствуют. Отраженного света фотодиоды не улавливают.

В зоне луча лазера находится частица пыли. Сигнал поступает с обоих фотодиодов.



В зоне луча лазера находится частица пыльцы. Сигнал поступает только с одного из фотодиодов

Рисунок VII.1. Схема работы датчика наличия пыли в воздухе Shinyei SP2



Схема VIII.1. Обмен данными между модулями в рамках задачи «Повышение комплаентности»

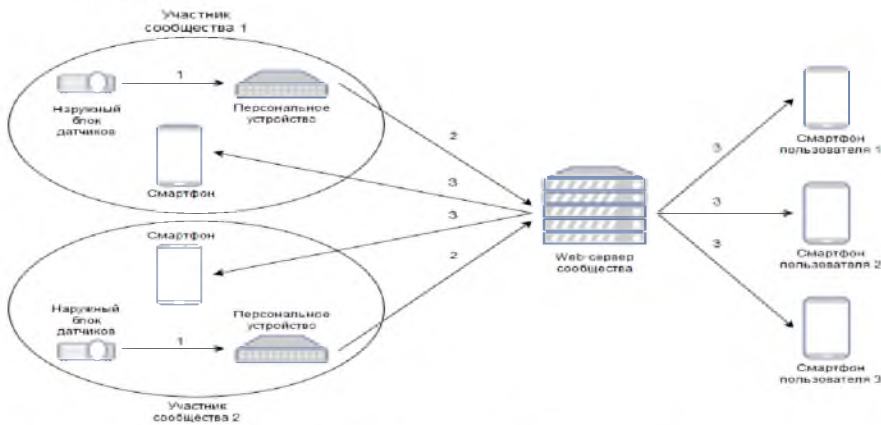


Схема VIII.2. Обмен данными между модулями в рамках задачи «Предупреждение обострений»

1 - Данные о загрязнении воздуха пылевыми частицами. Тип соединения - Wi-Fi  
 2 - Обработанные данные о загрязнении воздуха пылевыми частицами. Тип соединения - www.  
 3 - Данные о загрязнении воздуха пылевыми частицами в виде карты загрязнений. Тип соединения - www.

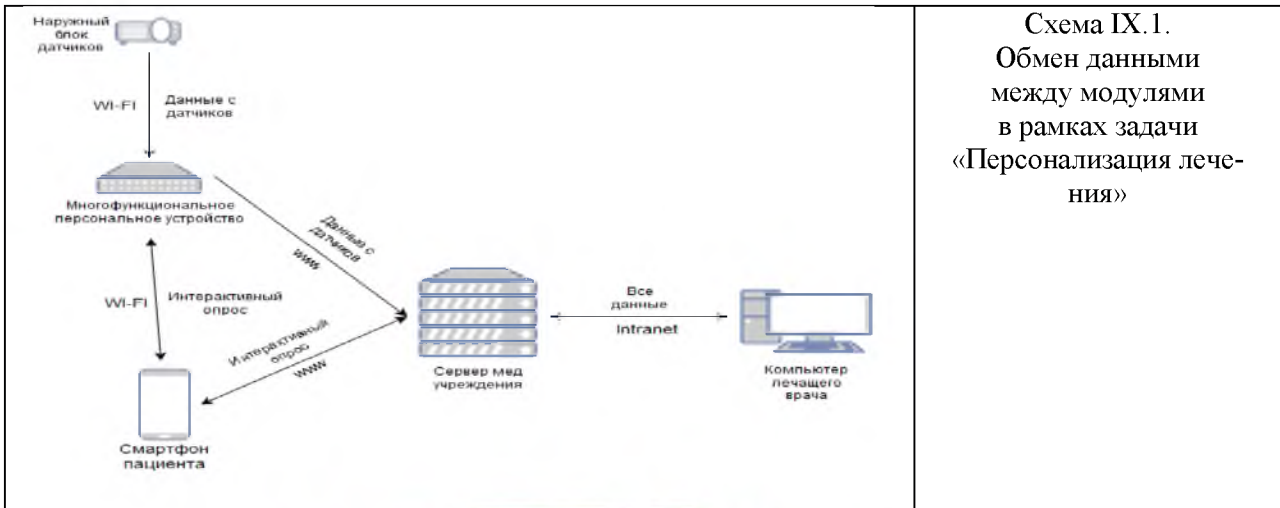


Схема IX.1.  
Обмен данными между модулями в рамках задачи «Персонализация лечения»

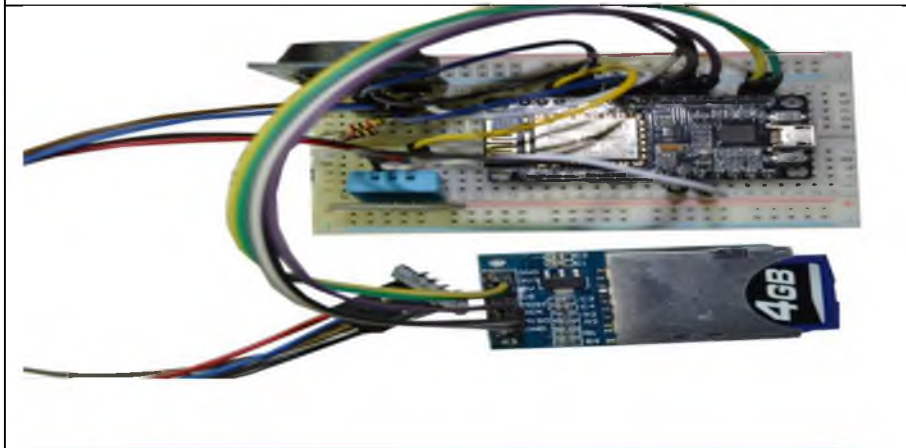


Рисунок IX.2.  
Макетирование модуля «Многофункциональное персональное устройство», вариант 1

```

LCD_calendar_temp_h
#include <DHT.h>
#include <Time.h>
#include <DS1307RTC.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#define DHTPIN 13
#define TIME_HEADER "T"
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);
DHT dht(DHTPIN, DHT11);
int year_val = 0;
int time_delay = 0;
byte gradus[8] {B00010, B00101, B00010, B00000, B00000, B00000, B00000, B00000};

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  setSyncProvider(RTC.get());
  dht.begin();
  delay(2000);
  if (Serial.available()) {
    time t time_sync = processSyncMessage();
    if (time_sync != 0) {
      RTC.set(time_sync);
      setTime(time_sync);
    }
  }
  lcd.createChar(1, gradus);

```

Рисунок X.1.  
Часть листинга модуля «Многофункциональное персональное устройство», вариант 1

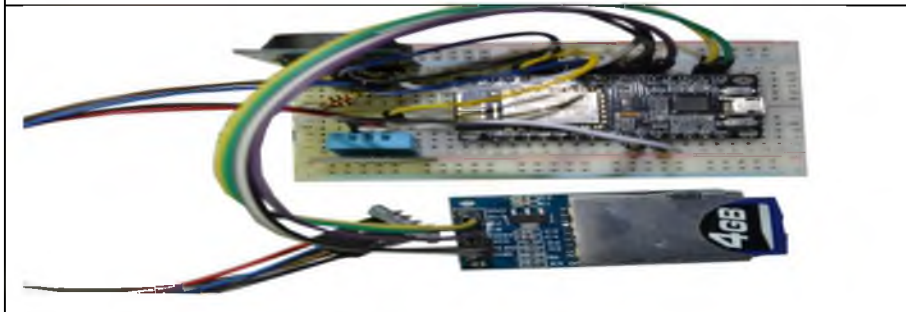


Рисунок X.2.  
Макетирование модуля «Многофункциональное персональное устройство», вариант 2

УДК 681.2

## ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА LABVIEW

Протопопова Мария Дмитриевна  
Россия, город Новосибирск, СУНЦ НГУ, 10 класс  
*e-mail: maryprot@mail.ru*

**Аннотация.** Существует множество компактных измерительных приборов, однотипных по строению. Все они имеют некоторые существенные недостатки. В качестве объекта исследования был выбран измеритель влажности и температуры, так как эти два параметра окружающей среды важны не только в быту. Поэтому необходимо совершенствовать методы контроля над данными физическими характеристиками.

Была разработана и изготовлена компьютерная модель измерителя влажности и температуры Mastech MS 6503, повышена точность, улучшена динамика прибора и расширены его функциональные возможности. Исследованы различные типы влажностных и температурных датчиков, их работа, подключение и калибровка. Подобрано необходимое оборудование и программное обеспечение. Особенностью работы является также анализ существующих на данный момент методов измерения температуры и влажности и выработка наиболее универсального подхода к данной проблеме.

В процессе градуировки модели использовалась собственная методика тестирования датчиков. А также проводились опыты по повышению и проверки точности температурных датчиков, визуализирован эксперимент по физике с теплопроводностью и проведены эксперименты по измерению влажности над растворами солей и других веществ.

Наша модель позволила эффективно повысить точность измерения температуры и в процессе работы показала, что моделирование приборов является перспективной областью, так как это существенно расширяет функциональные возможности самой измерительной системы.

**Ключевые слова:** измерительные приборы, физические величины, компьютерное моделирование, температура воздуха, методика градуировки, датчики, повышение функциональности, LabView, приборостроение.

**Место выполнения работы.** Работа выполнена на базе центра физико-технической практики в г. Барнаул. Научный руководитель: Гоманица Александр Анатольевич, директор центра физико-технической практики.

### Описание инновационной разработки

В последнее время на современном рынке появилось множество компактных измерительных приборов, однотипных по строению. Все они имеют некоторые существенные недостатки. Например: инертность измерений, низкая точность, экономическая невыгодность, отсутствие подстройки и возможности изменения самого прибора. Компьютерное моделирование работы измерительного оборудования и различных устройств позволяет создавать виртуальные приборы, практически не отличающиеся от своих «реальных» аналогов, дополнять и расширять их функциональность.

Мы задались целью разработать и изготовить виртуальную модель измерителя влажности и температуры MastechMS 6503, а также повысить и улучшить ее функциональные возможности, а именно точность измерений.

Точность прибора является одной из важнейших его характеристик и отражает то, насколько мы можем доверять выдаваемым показаниям. В данный момент проблема по-

вышения точности измерений актуальна в современном приборостроении, а упростить решение данного вопроса поможет визуализация.

В настоящее время персональный компьютер является обязательной принадлежностью практически каждой физической лаборатории. Современная наука стремится к улучшению методов физического измерения, и визуализация является простейшим и кратчайшим путем достижения данной задачи. Технологичность контрольно-измерительной техники в значительной степени повысилась в связи с появлением и развитием нового класса интеллектуальных устройств – виртуальных приборов.

Из обилия всех приборов, в качестве объекта исследования, был выбран именно измеритель влажности и температуры, так как эти два параметра окружающей среды важны не только в быту, но и на многих крупных производствах, хранилищах, складах. Поэтому необходимо совершенствовать методы контроля над физическими характеристиками тел и окружающей нас среды.

На данный момент количество влаги в воздухе можно измерить с помощью гигрометра. Имеются несколько различных видов гигрометров, которые отличаются конструктивными особенностями, методом определения показаний и точностью измерений. Одним из самых современных таких приборов является термогигрометр. Он является очень сложным устройством, осуществляющим измерение не только влажности воздуха, но и температуры в помещении.

Задачи проекта:

1. Изучить литературу по данному аспекту.
2. Детально исследовать принцип работы температурного измерителя влажности.
3. Выбрать аппаратную часть и ознакомиться с основными возможностями ПО, позволяющего создать виртуальный прибор.
4. Подключение датчиков.
5. Изучение датчиков.
6. Рассмотрение различных методов и подходов к увеличению функциональной возможности модели.
7. Проверка подходов и выбор эффективного метода.
8. Создание виртуального прибора и написание программы.
9. Работа прибора. Проведение экспериментов.
10. Определение точности компьютерной модели прибора.
11. Определение путей дальнейшего развития.

Компьютерная модель прибора представляет собой комбинацию компьютера, универсальных аппаратных средств ввода/вывода сигналов и специализированного программного обеспечения (ПО).

Изучение документации

Прибор Mastech MS 6503 – цифровой измеритель влажности и температуры воздуха – представляет собой щуп с датчиками, соединенный с корпусом самого прибора, на котором расположены дисплей и кнопки управления. Также возможно подключение к компьютеру через последовательный порт RS-232 для последующей обработки данных.

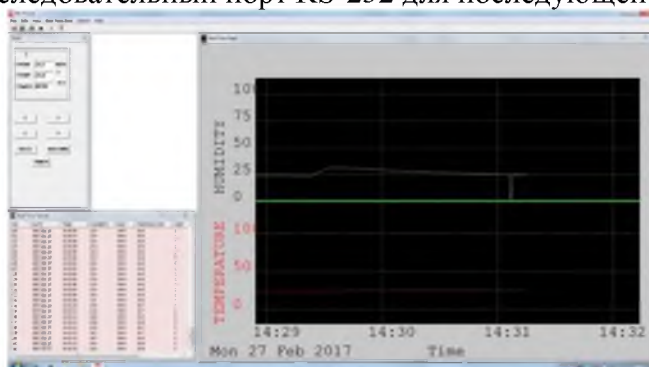


Рисунок 1. Снимок экрана программы прибора во время её работы





Подключение датчика осуществляется по схеме, предложенной производителем. Обычно термодатчики включаются по схеме двух выводных стабилитронов с ограничительными резисторами. АЦП максимально выдает 5 В, следовательно, подаем именно 5 В. Ток: 1 мА. Резистор R1 ограничивает ток. Может быть рассчитан следующим образом:

$R1 = (V+ - (t * 0,01)) / I$ , где R1 – сопротивление резистора в кОм; V+ – напряжение питания в В; T – температура датчика в С.

$$R1 = (5 - (25 * 0,01)) / 1 = 4.75 [3].$$

Так как на каждые 10 mV напряжения приходится по одному градусу по шкале Кельвина, то сигнал на выходе можно представить в градусах Цельсия по формуле:

$T = U * 100 - 273,2$ , где T – температура воздуха в градусах Цельсия, U – напряжение на выходе.

Дополнительные характеристики датчика температуры [3].

Датчик влажности Hih-4000-004

Датчик влажности – интегральный датчик конденсаторного типа – это пластина с посеребренными электродами, нанесенными печатным способом. От влажности воздуха зависит диэлектрическая проницаемость междуэлектродного пространства. Измеряя емкость между электродами и сравнивая ее с эталоном, можно определить, насколько изменилась диэлектрическая проницаемость и влажность.

На кремниевую подложку многослойной структуры чувствительного элемента напыляется платиновая плёнка, образующая первый электрод конденсатора. Диэлектриком служит терморезистивный полимер, поверх которого выполнена вторая обкладка конденсатора – платиновая плёнка с перфорацией, позволяющая влаге проникать к абсорбирующему слою и изменять его относительную диэлектрическую проницаемость и, соответственно, ёмкость конденсатора. Верхним слоем является плёнка терморезистивного полимера, служащая для защиты от пыли и грязи. В процессе работы датчика водяной пар, проникая через пористую обкладку конденсатора, уравнивается с окружающим газом. Одновременно верхняя обкладка защищает электрические процессы, протекающие в полимерном слое, от внешних физических воздействий (света и электромагнитного излучения). Слой полимера, покрывающий пористый платиновый электрод сверху, служит защитой от пыли, грязи и масел. Такая фильтрационная система обеспечивает датчику длительную бесперебойную работу в условиях сильной загрязнённости окружающей среды и уменьшает время отклика. Конструкция чувствительного элемента делает возможной промывку датчиков. Следует отметить, что терморезистивный полимер, по сравнению с терморезистивной пластмассой, обеспечивает датчику более широкий диапазон рабочих температур и высокую химическую стойкость к таким агрессивным жидкостям и их парам, как изопропил, бензин, толуол и аммиак.[4]

Подключение датчика влажности практически соответствует подключению температурного сенсора и также производится по схеме предложенной производителем. Формула для перевода напряжения на выходе датчика в проценты относительно влажности:

$$\text{Sensor RH: } (V_{\text{out}} - 0.823) / 0.031$$

где  $V_{\text{out}}$  – напряжение на выходе в В.

Дополнительные характеристики датчика влажности [5].

Подбор аппаратной части

Основные этапы цифровой обработки: аналого-цифровое преобразование (АЦП); обработка данных с получением информации о первичных параметрах сигналов; вторичная оценка параметров сигналов и устройств с реализацией вычислительных и косвенных измерений, включая обработку многократных измерений.

Одной из распространенных систем такого рода является LabVIEW (Laboratory Virtual Instruments Engineering Workbench), разработанная фирмой National Instruments (США). [6] Данная среда разработки позволяет наглядно представить измерительный процесс и упростить построение графиков измерений, а также многое другое. Именно поэто-

му в работе используется программное обеспечение LabVIEW. Программу LabVIEW принято называть Виртуальным прибором (ВП) /Virtual Instrument (VI).

На выходе схем датчиков будет получен аналоговый сигнал, который необходимо оцифровать для считывания компьютером.

Аналого-цифровой преобразователь (АЦП, англ. Analog-to-digital converter, ADC) – устройство, преобразующее входной аналоговый сигнал в дискретный код (цифровой сигнал). Принцип работы АЦП заключается в дискретизации сигнала по времени и квантованию его по уровню. Таким образом, важнейшими характеристиками АЦП является частота дискретизации и разрядность.

Максимальное число делений, на которые разбивается максимальный входной сигнал, называется разрядностью АЦП. Измеряется разрядность в битах – степенях двойки.

Вторая важная характеристика АЦП – частота дискретизации – сколько раз в секунду АЦП измеряет величину входного сигнала (sampling rate).

Максимальная частота дискретизации (преобразования) – это наибольшая частота, с которой происходит образование выборочных значений сигнала, при которой выбранный параметр АЦП не выходит за заданные пределы. Измеряется числом выборок в секунду. Выбранным параметром может быть, например, монотонность характеристики преобразования или погрешность линейности [7].

Именно от разрешающей возможности АЦП во многом зависит точность и динамика измерений.

В работе было рассмотрено три преобразователя с различными характеристиками (рисунок 3):

1. NI USB 6009.
2. USB PSI-6010.
3. USB-6212.
4. USB-6212.

Основные параметры:

- 1) разрядность – 13 бит;
- 2) частота оцифровки – 48 кГц/канал
- 3) диапазон входных напряжений – +/- 10 В = 20 В;
- 4) точность измерения напряжения АЦП USB-6009 равна 2,4 мВ.



Рисунок 3. Подбор АЦП

На один градус температуры напряжение меняется на 10 мВ. И мы измеряем температуру с точностью до 0,7 градуса, что составляет в нашем случае 7 милливольт.

Реальная точность АЦП гораздо больше, чем 2,4 милливольт, так как при замыкании контактов возникают шумы. И на деле погрешность хуже, чем подразумевает разрядность. Из всего выше представленного можно сделать вывод, что требуется другое АЦП и с разрядностью не менее, чем 15.

USB PSI-6010

Основные параметры [8]:

- 1) разрядность – 16 бит;
- 2) частота оцифровки – 200 кГц/канал;
- 3) диапазон входных напряжений –  $\pm 10 \text{ В} = 20 \text{ В}$ .

Данный преобразователь имеет достаточное разрешение, но не удобен в использовании, так как подключается лишь к стационарному компьютеру.

USB-6212

АЦП последовательно- приближенного типа

Основные параметры [9]:

- 1) разрядность – 16 бит;
- 2) частота оцифровки – 400 кГц/канал;
- 3) диапазон входных напряжений –  $\pm 10 \text{ В} = 20 \text{ В}$ ;
- 4) точность измерения напряжения АЦП USB-6212 равна 2,7 мВ.

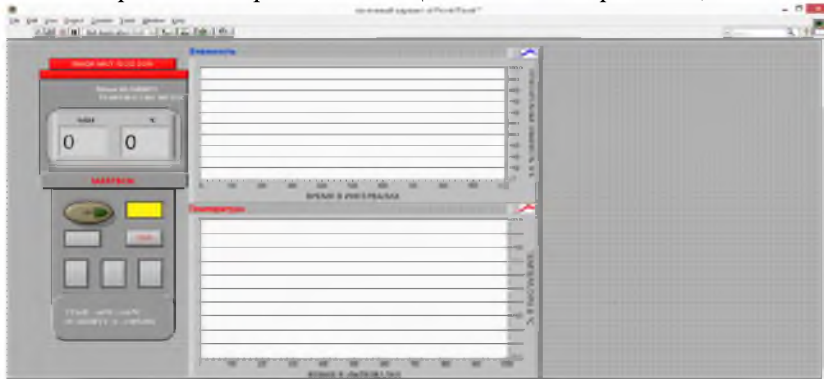


Рисунок 4 а. Внешний вид написанной программы

Именно данное устройство использовано в работе.

### Создание модели

Подключаем оба датчика на плату и изготавливаем корпус из пластмассовой пробки. Провода, которые мы использовали при подключении датчиков, продеваем в резиновый кабель.

После подключения датчиков данные необходимо оцифровать с помощью АЦП и непосредственно написать саму программу, используя выявленные зависимости напряжения от температуры и влажности воздуха.

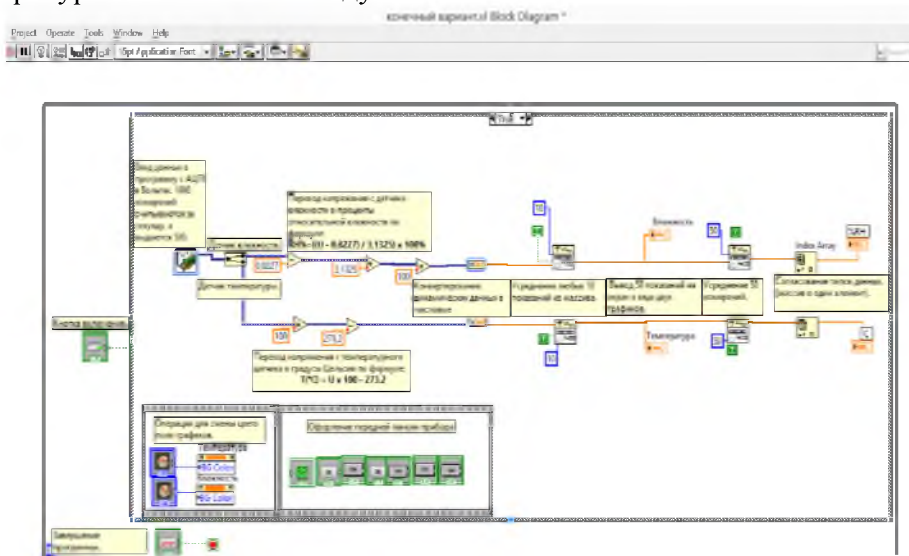


Рисунок 4 б. Внутренняя панель написанной программы

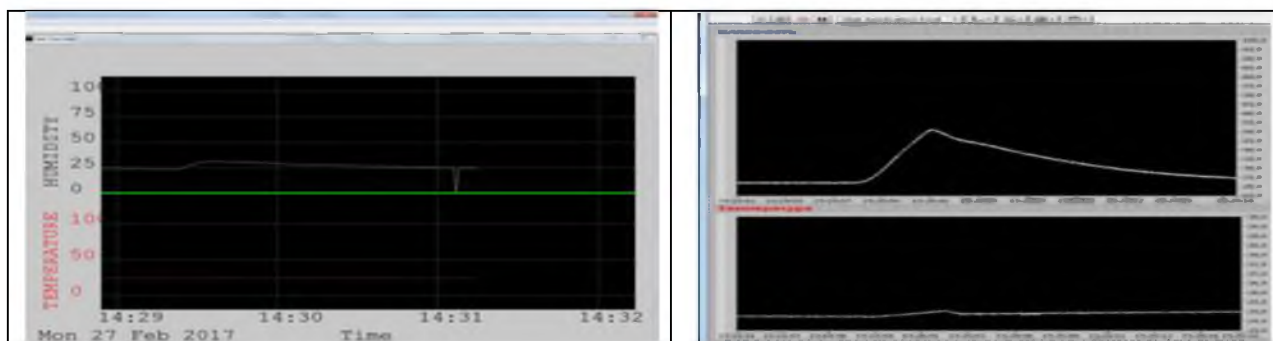


Рисунок 4 в. Сравнение работы аналогового прибора с виртуальной моделью

Среда LabVIEW построена на принципе графического программирования. Готовая программа работы модели и сравнение показаний нашей модели и аналогового прибора за один и тот же отрезок времени представлены на рисунке 4.

#### Повышение точности

Важнейшей характеристикой измерений является точность полученных данных. Точность заводского прибора  $\pm 0,7^\circ\text{C}$  в диапазоне от  $-20$  до  $60^\circ\text{C}$ , но показания на дисплее выводятся до  $0,1$ . И датчики, что использованы в приборе, имеют диапазон от  $-40$  до  $100^\circ\text{C}$ , с точностью  $1^\circ\text{C}$ . Скорее всего, это сделано с коммерческой целью для повышения класса точности прибора. Но нельзя ли повысить точность прибора, не занижая при этом допустимые параметры датчиков?

Точность в нашем случае зависит от точности датчиков и точности самого АЦП.

Погрешность на выходе определяется дискретностью преобразователя. Определить ее мы можем, выведя на экран показания самого закороченного устройства. В итоге, дискретный шаг АЦП составил приблизительно  $d=0,0165^\circ$ . Также из полученного графика было видно, что общая погрешность равна около  $a=3d$ , максимальная разность полученных показаний составила  $0,16^\circ$ , а систематическая ошибка, на которую измерения отклонялись от  $0$ , равна  $0,0008$  Вольт. Данную систематическую поправку возможно внести программно. Случайную ошибку исключить невозможно.

Точность АЦП повысить не можем, зато есть несколько подходов к увеличению точности выдаваемого напряжения со схем датчиков:

1. Уменьшение погрешности программной компенсацией.

В нашем случае можем подстраивать программным образом, завышая или занижая выдаваемые данные.

2. Калибровка датчиков посредством электронной схемы.

Этот метод является наименее оптимальным, так как из десяти использованных нами датчиков температуры возможность калибровки отсутствовала у  $80\%$  датчиков, хоть и была заявлена в технической документации.

3. Увеличение количества измерений за единицу времени.

В приборе MS-6503 установлен АЦП интегрирующего типа, и поэтому применено экспоненциальное сглаживание показаний, выраженное зависимостью:

$$U^n = (U^{n-1} * 44 + U_n) / 45,$$

где  $U_n$  – выдаваемое напряжение в  $n$  секунд в  $V$ ,  $U^n$  – сглаженная величина.

В нашей же модели показания усредняются посредством программы. Данный подход возможен лишь в частных случаях. В приборе Mastech MS 6503, по нашим предположениям, использован АЦП интегрирующего типа, что накапливает огромное количество показаний и затем выводит среднюю величину. Именно поэтому использование данного подхода является бессмысленным в нашем случае. В других вариантах, при использовании производителем АЦП с малой частотой дискретизации (USBNI 9211 с частотой дискретизации всего 10 раз в секунду) данный метод «имеет место быть».

4. Увеличение количества самих датчиков.

При использовании нескольких датчиков одновременно амплитуда сигнала на выходе пропорциональна количеству датчиков, а амплитуда шумов, то есть погрешность, будет равна корню из данного количества датчиков.

Вывод: использование нескольких датчиков при программной компенсации измерений является эффективным методом повышения точности показаний.

Погрешность сигнала складывается из:

- случайной ошибки АЦП, которую можно убрать, применив усреднение;
- динамической погрешности датчиков, которая проявляется при измерении в разных точках диапазона;
- погрешности при измерении в одной и той же точке.

Методика тестирования датчиков. Градуировка.

Точность – основная характеристика любого датчика, определяющая погрешность его измерений. Погрешность измерений – величина максимального расхождения между показаниями реального и идеального датчиков. Точность нашей модели – это то, насколько можно доверять прибору. Для проверки датчика была написана программа для вывода гистограмм измерений с трех датчиков температуры и проведены замеры в реперных точках (при 0°C, 24 °C, 100 °C) и на всем диапазоне температур. И именно выявленная нами дискретность АЦП ограничивает нас в выборе количества столбиков для построения гистограмм. Полученный сигнал распределяется по Гауссу, то есть имеет симметричную форму гистограммы. В этом случае среднеарифметическое и наиболее вероятное измерение (исход) совпадают. В случае отсутствия симметрии, ответить на вопрос об истине измеряемой величины нельзя. Количество делений для усреднения было выбрано исходя из того, как появлялись соседние столбцы на гистограммы. Выведены были гистограммы по 1000 столбиков на 2° с усреднением и без, для большей наглядности низкой точности на выходе датчиков. Затем проводилось сравнение полученных данных с показаниями ртутного термометра ТЛ-4, имеющего точность  $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$  (что дополнительно ограничивает в точности), и построение графиков зависимости погрешности от температуры воздуха (рисунки 5).

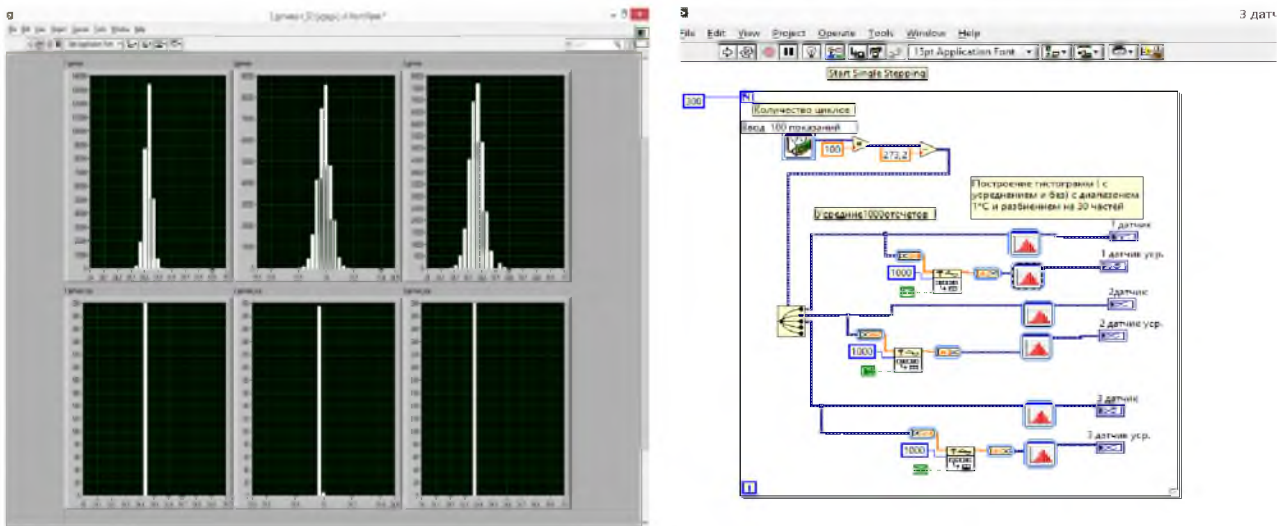


Рисунок 5 а. Снятие гистограмм с применением усреднения при 24°C

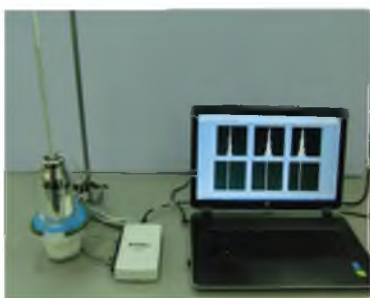


Рисунок 5 б. Установка для измерений при 24°C



Рисунок 5 в. Установка для измерений при 0°C



Рисунок 5 г. Установка для измерений при 99,8°C

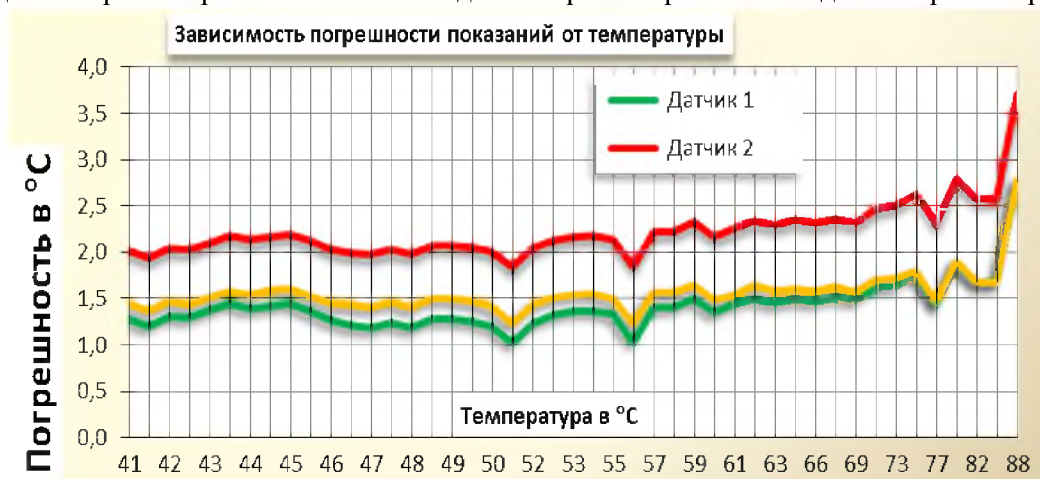


Рисунок 5. График зависимости погрешности показаний от температуры

### Проведение экспериментов

1. Измерение влажности над раствором хлорида натрия и сравнение результатов с табличными измерениями.

Проверить работу нашего прибора можно проведением эксперимента. Измерим влажность воздуха над раствором хлорида натрия и других веществ и сравним ее с таблицей, взятой из ГОСТа 29244-91(ИСО 483-88), и с показаниями аналогового прибора.

2. Визуализация эксперимента с теплопроводностью из курса изучения физики в 8 классе.

Была изготовлена модель для изучения теплопередачи в динамике, состоящая из медного и алюминиевого стержня с 8 датчиками температуры внутри. Данный подход позволил качественный эксперимент отразить в количественном виде, а также установка может быть использована для определения параметров создания стоячей тепловой волны.

### Заключение

В результате проделанной работы был смоделирован температурный измеритель влажности MS 6503. Визуализация выполнена в программной среде LabVIEW компании National Instrument. В процессе исследования была детально изучена литература по данному вопросу. Досконально изучался принцип работы прибора MS 6503 и его составляющих – датчиков температуры и влажности.

Созданный измеритель влажности состоит из двух частей:

- щуп, где находятся непосредственно сами датчики, и провод с контактами, присоединенными к аналого-цифровому преобразователю;
- написанная программа виртуального прибора в специальной среде.

Проведя сглаживание данных, добились максимального соответствия показаний прибора и его виртуального аналога.

В процессе работы виртуального аналога температурного измерителя влажности грубых погрешностей и просчетов данных не было.

Повышена точность и расширен диапазон измерений в сравнении с заводским прибором. Была создана собственная методика проверки датчиков, с помощью которой были улучшены физические характеристики измерений.

Финальный шаг практической деятельности являлись эксперименты с проведением измерений влажности над растворами солей с насыщенным содержанием воды и сопоставление полученных показателей с данными таблицы из ГОСТа 29244-91 (ИСО 483-88), а также изучение теплопроводности в динамике.

И в дальнейшем планируется внедрить и изучить новые аспекты, которые позволят добавлять преимущества и расширят возможности нашей виртуальной модели, а также усовершенствование собственных навыков и умений в этой области.

### Полученные выводы и результаты

Создание виртуальной модели прибора позволяет расширить его возможности (функциональность). Моделированием прибора добились ряда преимуществ:

- повышается точность и улучшается динамика измерений, созданный прибор позволяет существенно уменьшить время измерения;
- в нашем случае можно подстраивать измерения как калибровкой самих датчиков, так и редактируя программу;
- корректировка датчика влажности по температурному датчику;
- модель позволяет строить графики и обрабатывать их в программе;
- используемый АЦП позволяет подключать до 16 датчиков, что в значительной степени расширяет функциональность и делает данную модель гораздо экономичнее подключений 16 аналоговых приборов с возможностью использования нескольких датчиков одновременно, что позволяет с находить минимальную и среднюю температуру;
- разработана методика изучения датчиков;
- возможность улучшить школьные эксперименты по физике, изучая теплопередачу в динамике;
- виртуальный прибор позволяет в значительной степени упростить и облегчить процесс построения математической модели исследуемых процессов;
- данная разработка, в отличие от прибора, дает возможность проведения более точных экспериментов по физике с измерением влажности и температуры;
- звонок по телефону или SMS (скайп и другие программы) в случае превышения параметров влажности (пожарная сигнализация, или залили соседи);
- использование при повышенных или пониженных температурах;
- модель позволяет через внешние исполнительные устройства регулировать показатели влажности и температуры среды;
- изучены различные варианты повышения точности созданной модели;
- повышена точность нашей модели;
- расширен диапазон измерений (в сравнении с заводским прибором);
- найден наиболее удачный и наилучший метод снятия показаний.

### Сравнение с существующими аналогами

Созданный прибор является усовершенствованным аналогом температурного измерителя влажности. Подробные преимущества модели указаны в подразделе «Полученные выводы и результаты».

Данная разработка является экономически более выгодной, чем прибор, измеряющий температуру с такой же точностью, но имеющий высокую себестоимость.

### Использование разработки

Разработанная система повышения точности измерений может быть применена в различных областях, начиная от домашнего использования и заканчивая контролем параметров на крупных производствах и лабораториях.

На данном этапе в повышении точности нас ограничивает точность ртутного термометра, показания которого используются в качестве истинных при градуировке модели.

### Список использованных источников

1. Паспорт прибора [Электронный ресурс]. – Электрон. текст. дан. – Режим доступа: <http://lib.chipdip.ru/270/DOC000270316.pdf>. – Загл. с экрана.
2. Коды и устройства помехоустойчивого кодирования информации [Электронный ресурс] // Stud.Wiki. – Электрон. текст. дан. – [http://stud.wiki/radio/3c0a65635a2ad79a4c53a89521216d37\\_0.html](http://stud.wiki/radio/3c0a65635a2ad79a4c53a89521216d37_0.html). – Загл. с экрана.
3. Паспорт датчика температуры [Электронный ресурс] // Оборудование. Технологии. Разработки. – Электрон. текст. дан. – Режим доступа: <http://mypractic.ru/datchiki-temperature-1m135-1m235-1m335-opisanie-na-russkom-yazyke-karakteristiki-primenenie.html>. – Загл. с экрана.
4. Вычужанин, В. Измерение влажности воздуха датчиками Honeywell [Электронный ресурс] / В. Вычужанин. – Электрон. текст. дан. – Режим доступа: [http://www.platan.ru/docs/pdf/Honeywell\\_hih.pdf](http://www.platan.ru/docs/pdf/Honeywell_hih.pdf). – Загл. с экрана.
5. Датчик относительной влажности [Электронный ресурс]. – Электрон. текст. дан. – Режим доступа: <https://www.chipdip.ru/product/hih-4000-004>. – Загл. с экрана.
6. Физические измерения в системе LabVIEW [Электронный ресурс] // Физический факультет МГУ. Кафедра общей физики. – Электрон. текст. дан. Москва, 2011. – Режим доступа: [http://genphys.phys.msu.ru/rus/lab/vtek/VTEK-Zadacha\\_35.pdf](http://genphys.phys.msu.ru/rus/lab/vtek/VTEK-Zadacha_35.pdf). – Загл. с экрана.
7. Общий принцип АЦП [Электронный ресурс]. – Электрон. текст. дан. – Режим доступа: <http://fb.ru/article/250298/obschiy-printsip-raboty-i-atsp>. – Загл. с экрана.
8. Elek.ru [Электронный ресурс]: электротехнический интернет-портал. – Электрон. текст. дан. – Режим доступа: [https://www.elec.ru/viewer?url=/files/2013/06/18/Broshjura\\_Sistemy-sbora-dannyh-firmy-National.pdf](https://www.elec.ru/viewer?url=/files/2013/06/18/Broshjura_Sistemy-sbora-dannyh-firmy-National.pdf). – Загл. с экрана.
9. National Instruments [Электронный ресурс]. – Электрон. текст. дан. – Режим доступа: <http://www.ni.com/pdf/manuals/375196c.pdf>. – Загл. с экрана.

УДК 57.043

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МУЗЫКИ НА ПОВЕДЕНИЕ ГРЫЗУНОВ

Воропай Кристина Юрьевна  
Россия, Алтайский край, город Славгород  
МБОУ «Средняя общеобразовательная школа №15», 10 класс  
*e-mail: voropaisaho@mail.ru*

**Цель работы:** изучение изменений в поведении мышей под воздействием музыки различных жанров.

**Методы исследования:** наблюдение, эксперимент, анализ.



**Актуальность.** Целительное воздействие музыки на живые организмы было замечено еще древними цивилизациями. Первым оценил лечебное действие звуков Пифагор. Он и предложил понятие «музыкальной медицины». В современном мире музыка играет важную роль в жизни человека, но её воздействие на организм до конца не изучено. Наиболее удобной моделью для экспериментов в современной медицине считаются лабораторные мыши. Особый интерес представляет изучение их поведения, как важнейшего способа адаптации к меняющимся условиям окружающей среды. Использование поведенческих методов в физиологических исследованиях является перспективным направлением современной экспериментальной физиологии. Процесс регистрации показателей поведения проводится в виде непосредственного наблюдения за животными.

**Практическая значимость** работы заключается в том, что данные, полученные в работе, могут быть использованы для изучения поведения мышей, как важнейшего способа адаптации к меняющимся условиям окружающей среды.

**Ключевые слова:** лабораторные мыши, музыка, звуковой генератор, звуковые частоты.

**Место выполнения работы.** Работа выполнена на базе МБОУ «Средняя общеобразовательная школа №15» г. Славгорода. Научный руководитель: Бабанина Наталья Анатольевна, учитель физики.

#### Описание инновационной разработки

Для данного эксперимента взяли лабораторных мышей из организации КГБУ «Управление ветеринарии по г. Славгороду и г. Яровое. Славгородская испытательная лаборатория». В эксперименте принимали участие 3 подопытных животных, которые находились в просторных клетках и имели свободный доступ к еде и воде. Опыт проводился в течение 5 дней. Включали музыку на 15 минут. В качестве музыкальных произведений различных жанров были использованы:

– классика (Людвиг Ван Бетховен «Лунная соната», С. Рахманинов «Итальянская полька», Вивальди «Времена года»);

– рок (Imagine Dragons - Believer, Imagine Dragons - Thunder, Dan Owen – Hideaway).

Одно животное было контрольным. Поведение мышей снимали на видео. Затем по видеозаписи фиксировали изменение поведения, подсчет вертикальных стоек.

Результаты всех экспериментов представлены в таблице.

Таблица 1

Изменение поведения мышей под действием музыки

Дата	1 эксперимент	2 эксперимент	3 эксперимент	4 эксперимент	5 эксперимент
Жанр музыки	Количество вертикальных стоек				
Классика	26 р.	37 р.	57 р.	50 р.	48 р.
Рок	6 р.	8 р.	16 р.	20 р.	21 р.
Контрольная мышь	10 р.	12 р.	9 р.	16 р.	11 р.

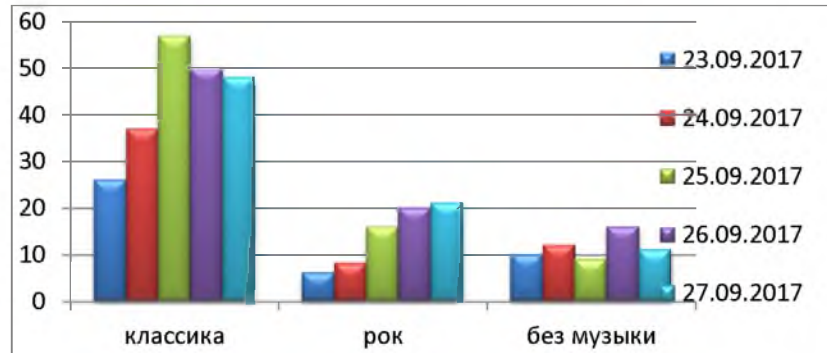


Рисунок 1. Изменение поведения мышей в зависимости от жанра музыки (количество вертикальных стоек)

Исходя из полученных результатов собственных исследований, были рассчитаны средние показатели всех факторов, указывающих на беспокойство, а именно: вертикальная двигательная активность. Результаты всех экспериментов представлены в виде гистограммы на рисунке 1. Анализируя данные, представленные на гистограмме, можно сделать вывод о том, что максимальное беспокойство у мышей было выявлено при кормлении под классическую музыку.

Далее с помощью программы «WAVELAB» был проведён анализ музыки, разложив ее на спектр в виде 3D.

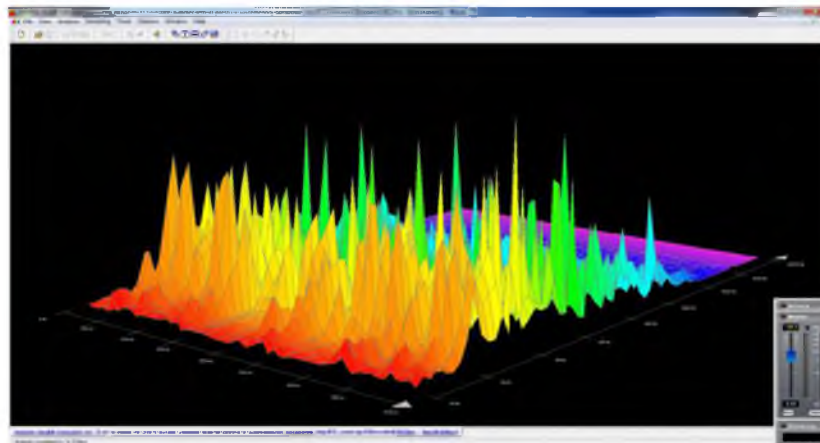


Рисунок 2. Спектр звуков (классика)

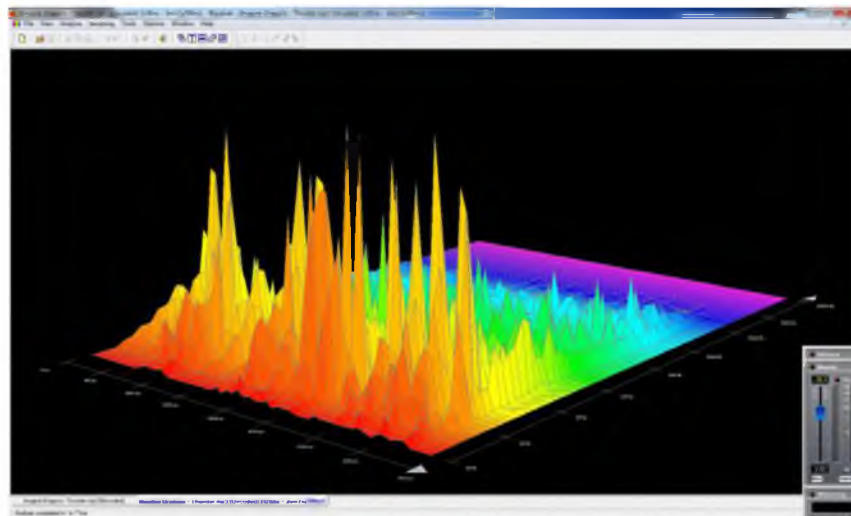


Рисунок 3. Спектр звуков (рок)

Результаты спектрального анализа представлены на трехмерном графике: по вертикальной оси отмечена амплитуда, по горизонтальной – время и частота колебаний. Анализ звука показал, что независимо от жанра в различных произведениях присутствует определенный набор частот, которые могут вызвать изменение поведения мышей. Поэтому далее решили исследовать реакцию мышей на отдельные частоты звукового диапазона.

#### Исследование влияния различных звуковых частот

Для того чтобы выяснить, каким образом будут реагировать мыши на определенные частоты, взяли звуковой генератор, на котором задавали определенные частоты. Первоначальная частота для каждой мыши была задана 200 Гц, затем через каждые 2 минуты повышали уровень частоты на 200-400 Гц. Мышь (животное №1) реагировала сначала очень спокойно на все частоты, но когда частота была задана 2000 герц при громкости 100 дБ, то животное замерло в одном положении и только через 5 минут стало снова активно себя вести, бодро бегать.

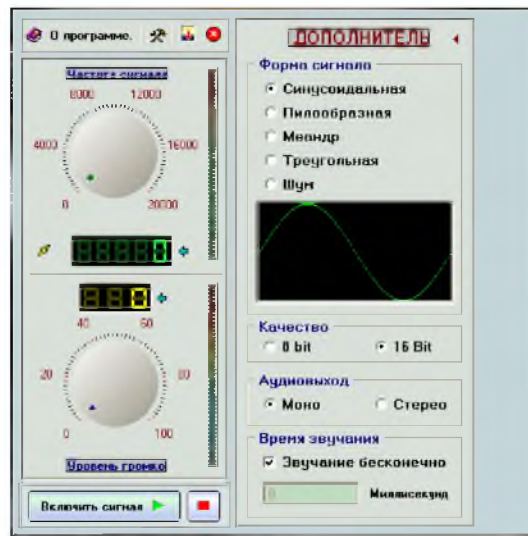


Рисунок 4. Рабочее окно звукового генератора

Второе животное на все частоты реагировало по-разному. При 327-7205 Гц вело себя беспокойно, но продолжало потреблять пищу. На частоте 12105 Гц мышь продолжала бегать, но перестала есть. Частота 14053-18227 Гц: тревожное поведение. 2000 Гц частота: подопытное животное остановилось на месте и не двигалось, лишь через 2-3 минуты оно стало активным. Поведение животного под №3 было аналогичным поведению №2, так же на частоте 2000 Гц оно замерло, через 2-3 минуты стало двигаться. По результатам исследования была заполнена таблица 2, а затем построена гистограмма (рис. 5).

Таблица 2

Выявление количества вертикальных стоек в зависимости от частоты звука

Частота, Гц	Животное №1	Животное №2	Животное №3
772	0	2	1
1085	2	2	1
1609	0	1	1
2112	3	4	5
14053	1	3	2
16297	5	5	6
18227	1	3	4

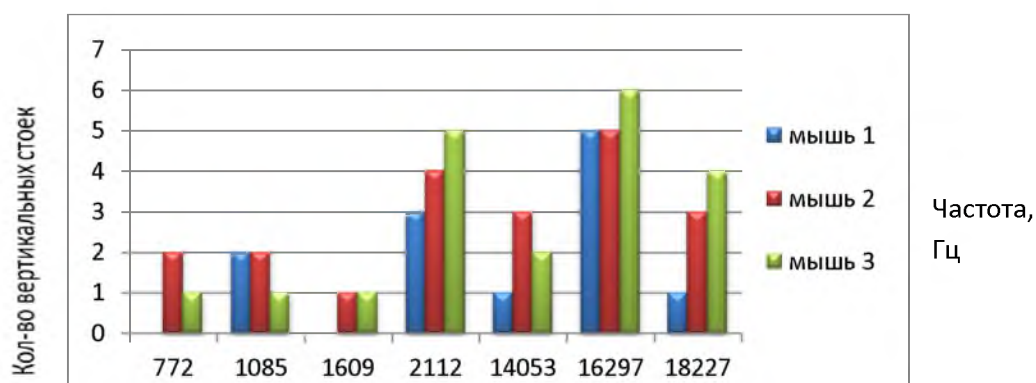


Рисунок 5. Зависимость количества вертикальных стоек от частоты звука

Таким образом, по виду гистограммы можно сделать вывод, что частота 20112 Гц и частота 16297 Гц действуют на организм мышей максимально интенсивно.

Так же было решено провести еще один эксперимент, но в каждой группе было задействовано по три животных. В этом эксперименте решили проверить, изменится ли поведение мышей, если воздействие звука будет осуществляться на группу мышей, а не по отдельности. Методика эксперимента была аналогично первой. Все результаты были внесены в таблицу, по которой так же построили гистограмму.

Таблица 3

Выявление количества вертикальных стоек в зависимости от частоты звука

Частота, Гц	1 день	2 день	3 день	4 день	5 день
300-700	6	7	4	8	9
800-1000	12	14	11	12	7
1100-1800	5	10	6	9	5
1900-2200	14	14	16	13	9
3000	20	15	21	19	11

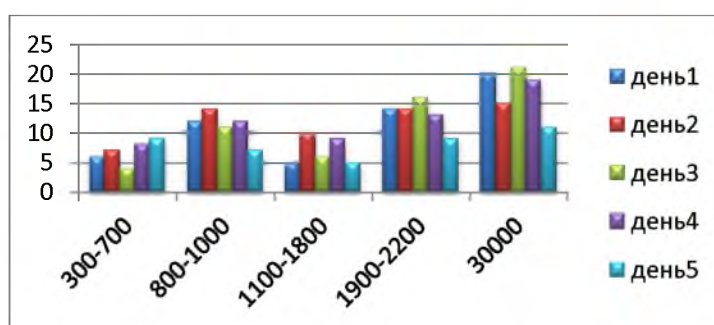


Рисунок 6. Зависимость количества вертикальных стоек от частоты звука

Анализ: таким образом, по виду гистограммы можно сделать вывод, что частота 19000-22000 Гц и частота 30000 Гц действуют на организм мышей максимально интенсивно.

#### Исследование по методике «Открытое поле»

Установка «Открытое поле» предназначена для изучения поведения грызунов в новых (стрессогенных) условиях и позволяет оценить: выраженность и динамику отдельных поведенческих элементов, уровень эмоционально-поведенческой реактивности животного («седацию-ажитацию»), стратегию исследовательского/оборонительного поведения, привыкание (habituation), запоминание обстановочных стимулов (например, в парадигме

«object recognition»), симптомы неврологического дефицита, локомоторную стереотипию, вызванную введением ДА-миметиков. При выборе материала для арены открытого поля руководствовались следующим: дерево подходит плохо, так как оно впитывает запахи и быстро загрязняется, а железо – очень холодный материал, и животные избегают его касаться (например, неохотно исследуют вертикальные стенки, если они сделаны из листа железа). Поэтому был выбран инертный полимерный нескользкий материал – поливинилхлорид (ПВХ).

Пол арены расчертили на три ряда секторов одинаковой площади, поэтому за единицу перемещения при визуальной регистрации поведения было удобно принять один пересеченный сектор.

Таблица 4

Выявление количества вертикальных стоек в зависимости от частоты звука

Частота, Гц	1 день	2 день	3 день	4 день	5 день
18000	10	8	6	8	7
19000	12	14	11	12	7
20000	10	10	6	9	6

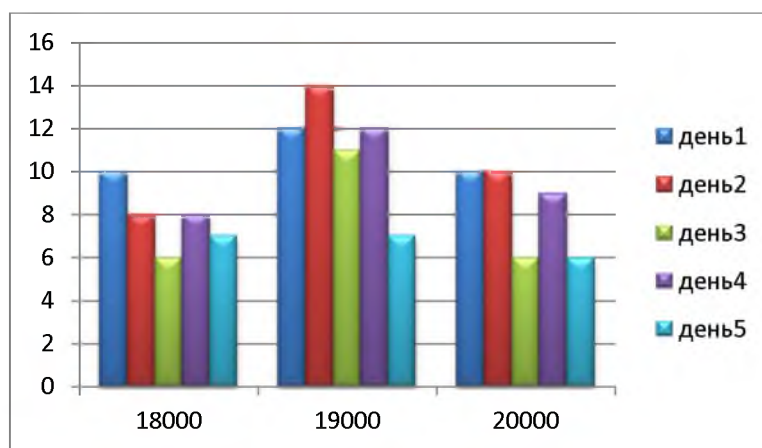


Рисунок 7. Зависимость количества вертикальных стоек под частоты звука

Анализ: таким образом, по виду гистограммы можно сделать вывод, что частота 19000 Гц действует на организм мышей максимально интенсивно.

#### Сравнение с существующими аналогами

В настоящее время ведутся исследования в данной области. Сейчас появляется все больше фактов, указывающих на возможности использования терапии музыкой ряда неврологических и психических заболеваний.

#### Использование разработки

Результаты, полученные в процессе исследования, могут быть использованы для пополнения банка данных по рассмотренной теме.

#### Бизнес-привлекательность разработки

Результаты исследования могут быть полезны для специалистов в области акустики (реклама, звукотерапия, психология).

## Список использованных источников

1. Влияние музыки на животных и растения [Электронный ресурс] // Дорога Истина. – Режим доступа: <http://doroga-istin.ru/index.php?topic=433.0>. – Загл. с экрана.
2. Смертельно опасные звуки [Электронный ресурс] // Дорога Истина. – Режим доступа: <http://doroga-istin.ru/index.php?topic=431.0>. – Загл. с экрана.
3. Мкртчян Л. А. Влияние различных направлений музыки на тревожность мышей [Электронный ресурс] / Л. А. Мкртчян // Студенческий научный форум – 2017. – Электрон. дан. – Москва. 2017. – Режим доступа: <https://files.scienceforum.ru/pdf/2017/39142.pdf>. – Загл. с экрана.
4. Руководство по лабораторным животным и альтернативным моделям в биомедицинских технологиях [Электронный ресурс] / Н. Н. Каркищенко, С. В. Грачев // Т. Все для студента. – Режим доступа: <https://www.twirpx.com/file/883478/>. – Загл. с экрана.
5. Пат. Российская Федерация, МПК G09B 23/28. Модифицированная тест-установка «Открытое поле» для лабораторных животных / Симанкова А. А. ; патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО ДВГМУ Минздрава России). – № 2015152962; заявл. 09.12.2015 ; опубл. 21.04.2017, Бюл. №12.

УДК 537.3:681

## РАЗРАБОТКА ДАТЧИКА ДЛЯ КОНТРОЛЯ УРОВНЯ КОНСЕРВАНТА ДИОКСИДА СЕРЫ ВО ФРУКТАХ

Кузьмина Ксения Сергеевна  
Россия, Алтайский край, город Славгород  
МБОУ «Средняя общеобразовательная школа №15», 10 класс  
*e-mail: kuzminaksenya0102@mail.ru*

**Цель:** разработать датчик для контроля уровня консерванта диоксида серы во фруктах.

**Методы исследования:** эксперимент, анализ.

**Актуальность работы.** В настоящее время значительно увеличилось количество людей, страдающих аллергическими заболеваниями. Постоянно ухудшающееся состояние окружающей среды, химическое загрязнение воздуха, воды и почвы, добавление разнообразных химических веществ в пищу – вот далеко неполный список факторов, оказывающих негативное влияние на здоровье человека. Изучаемый консервант диоксид серы присутствует во многих пищевых продуктах, предназначенных для питания маленьких детей: фруктовое детское питание, содержащее в своем составе фрукты и т. д., что негативно влияет на их здоровье. Поэтому проблема применения пищевых добавок, в особенности консерванта диоксида серы, очень актуальна в наши дни [1].

**Практическая значимость** работы заключается в том, что датчик, разработанный в процессе исследования, можно использовать в повседневной жизни.

**Ключевые слова:** датчик, микроконтроллер, Arduino платформа, конструирование, фрукты, консерванты, диоксид серы, электрическая емкость, электрический заряд.

**Место выполнения работы.** Работа выполнена на базе МБОУ «Средняя общеобразовательная школа №15» г. Славгорода. Научный руководитель: Бабанина Наталья Анатольевна, учитель физики.

## Описание инновационной разработки

Химический способ определения консерванта в продуктах: для анализа были взяты сухофрукты образца №1 (рис. 1).



Рисунок 1. Образцы сухофруктов

Удаление диоксида серы из сухофруктов основано на хорошей растворимости этого вещества в воде.

Высыпать сухофрукты в чашку, залить фильтрованной водой комнатной температуры и оставить на 1 час. Диоксид серы растворится в воде с образованием нестойкой сернистой кислоты. В течение этого часа несколько раз перемешивать сухофрукты в воде, чтобы диоксид лучше выходил. Через час получаем раствор диоксида серы, серной кислоты.

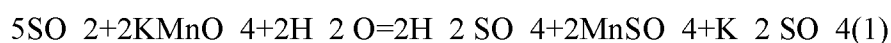
Было проведено несколько таких манипуляций с грушей сушеной, со сливой сушеной без косточки, с абрикосом сушеным без косточки.

Химическая активность диоксида велика. Качественной реакцией на него является реакция с перманганатом калия (марганцовка). В результате данной реакции происходит обесцвечивание фиолетового раствора марганцовки.

Необходимо взять несколько крупинок марганцовки и залить их водой.

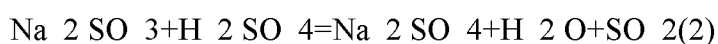
В полученную жидкость необходимо добавить раствор диоксида серы, сернистой кислоты. Если в нем присутствует диоксид серы, то произойдет реакция с обесцвечиванием фиолетового раствора. Если диоксид серы в воде не присутствует, то ничего не произойдет [2].

При добавлении жидкость не приняла фиолетовый оттенок. Произошла реакция перманганата калия с диоксидом серы (1):



Это доказывает, что диоксид серы перешел в воду, в которой вымачивались сухофрукты, образовав серную кислоту и сульфаты.

Теперь, при помощи химической реакции (2), решили создать чистый раствор диоксида серы и сульфатов (без кислот, которые находятся в сухофруктах) для следующего эксперимента (рис. 8, 9):



Все препараты для проведения данной реакции были подготовлены заранее. В качестве растворителя была использована дистиллированная вода (рис. 2).



Рисунок 2. Препараты для проведения химической реакции

Данный эксперимент заключается в выявлении изменения проводимости продукта (яблока). Заранее было измерено напряжение яблока образца №1. Оно составило 0, 83 В (рис. 3).

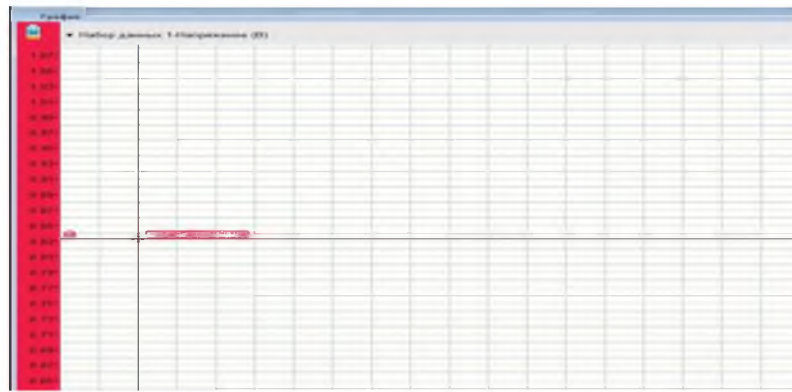


Рисунок 3. Измерение напряжения в яблоке образца №1 (без диоксида серы)

Методом инъекции был введен в яблоко (образец №1) раствор диоксида серы.

Проведены три манипуляции по введению диоксида. Введение осуществлялось по всему периметру яблока образца №1 и проходило через каждые 5 минут.

Затем, через 30 минут, было измерено напряжение уже в яблоке образца №2 с диоксидом серы (рис. 4). Напряжение возросло (0, 93 В).

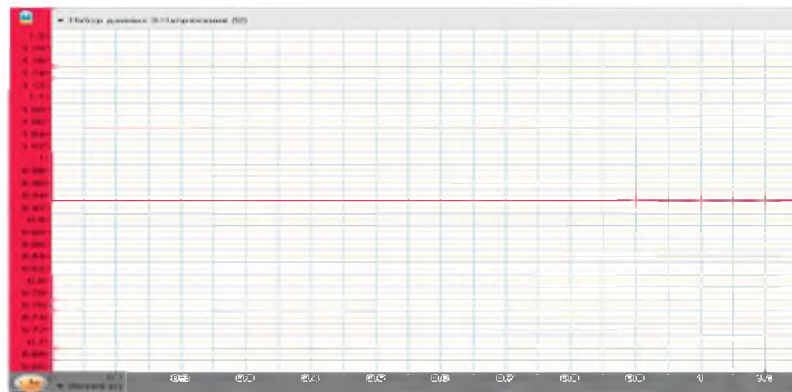


Рисунок 4. Измерение напряжения в яблоке образца №2 (с диоксидом серы)

Таким образом, было выяснено, что проводимость продукта изменяется при введении в него методом инъекции раствора диоксида серы.

Но вскоре была найдена информация, о том, что, чтобы понять изменился ли показатель проводимости плода или нет, необходимо ввести электроды непосредственно в



растительную клетку. Такие манипуляции возможно провести только в лабораторных условиях.

Также учеными было выяснено, что при физическом и ином воздействии у растений и плодов изменяется его электрическая емкость.

Электрическая ёмкость – характеристика проводника, мера его способности накапливать электрический заряд.

Если два объекта являются проводниками, можно измерить емкость между ними (например, такие объекты, как металл, вода, человеческое тело и растения). Подключив ёмкостный датчик к растению, можно определить прикосновение человека к нему и преобразовать данное прикосновение в звук. Это можно выполнить с помощью интерфейса, наподобие терменвокса [5].

Исходя из представленной информации, решили сконструировать датчик на основе данных физических свойств плодов.

### Конструирование датчика для контроля уровня консервантов во фруктах

Для конструирования данного датчика были необходимы определенные компоненты. Список необходимых радиоэлементов представлен в Таблице 1.

Таблица 1

Список радиокомпонентов

Обозначение	Тип	Номинал	Количество
	Плата Arduino		1
D2	Выпрямительный диод	1N4148	1
C3	Конденсатор	0.01 мкФ	1
C4	Конденсатор	100 пФ	1
R5	Резистор	10кОм	1
R6	Резистор	3.3 кОм	1
R7	Резистор	1 МОм	1
L1	Катушка индуктивности	10 мкГн	1
SW1, SW2	Тактовая кнопка		2

Первоначальная версия датчика собрана на макетной плате.

Собрав по схеме (рис. 5) основную часть датчика, было необходимо выполнить калибровку микроконтроллера на плате Arduino. Для калибровки использован код, представленный в открытом доступе в Интернет-источнике. На данном этапе конструирования установка уже способна различать изменение емкости в какой-либо среде.

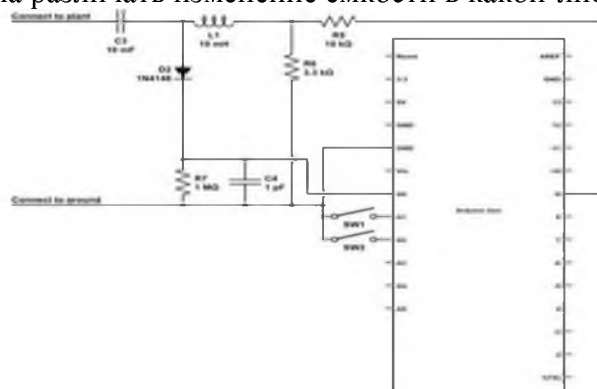


Рисунок 5. Схема сборки датчика

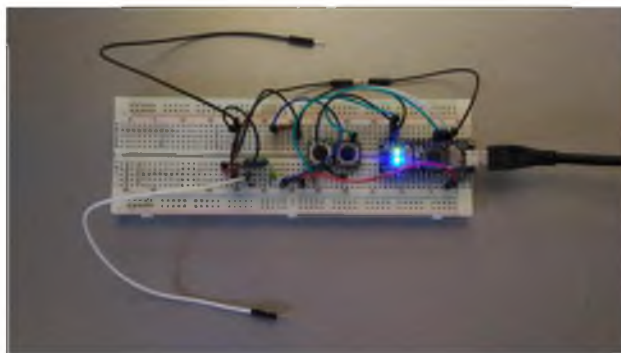


Рисунок 6. Основная часть датчика

Был проведён эксперимент, частично подтверждающий это. Для опыта использовали сухофрукт (чернослив сушеный без косточки), содержащий соли, образовавшиеся вследствие окисления его диоксидом серы. Для визуального распознавания результатов измерения датчика мы использовали программу для Arduino – GUINO: Arduino Dashboard [7]. Результаты сравнения двух графиков (сухофрукт с солями и сухофрукт с частичным удалением солей) показаны на рис. 7.



Рисунок 7. Сравнение сигнала сухофрукта с солями (синий) и сухофрукта с частичным удалением солей (красный)

Было выявлено небольшое различие между ними. Но так как представленная программа будет в дальнейшем доработана, то пока невозможно по графику однозначно сказать, что изменяется при окислении сухофруктов диоксидом серы.

Сравнение с существующими аналогами:

Существующие аналоги работают, основываясь на химических свойствах продукта. Датчик, разработанный в ходе исследования, основывается на физическом свойстве продукта, а именно электрической емкости, что заметно упрощает работу прибора.

Использование разработки:

Датчик, разработанный в процессе исследования, можно использовать в повседневной жизни при определении наличия консерванта во фруктах.

Бизнес-привлекательность разработки: датчик, разработанный в ходе исследования, основывается на физических свойствах продукта, а именно электрической емкости, что заметно упрощает работу прибора.

#### Список использованных источников

1. Учебные материалы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://works.doklad.ru/>. – Загл. с экрана.
2. Научно-производственное объединение «АЛЬТЕРНАТИВА» [Электронный ресурс]. – Саратов, 2015. – Режим доступа: <http://alternativa-sar.ru/>. – Загл. с экрана.
3. Foodnavigator.ru – сырье и ингредиенты для пищевой промышленности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.foodnavigator.ru/>. – Загл. с экрана.
4. Сайт ПАЯЛЬНИК [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cxem.net/>. – Загл. с экрана.
5. Амперка [Электронный ресурс]. – Москва, 2018. – Режим доступа: <http://amperka.ru/>. – Загл. с экрана.

6. Arduino [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.arduino.cc/index.php>. – Title from screen.
7. АрдуиноМастер. Все об Ардуино [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://arduinomaster.ru/>. – Загл. с экрана.
8. Занимательная робототехника [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://edurobots.ru/>. – Загл. с экрана.
9. All Arduino [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://all-arduino.ru/>. – Загл. с экрана.
10. Arduino+ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arduinoplus.ru/>. – Загл. с экрана.
11. CodingCraft [Электронный ресурс] / Проект Инициативного Народного Фронта Образования - ИНФО-проект. – Режим доступа: <http://codingcraft.ru/>. – Загл. с экрана
12. Code-Life.ru [Электронный ресурс]: портал о программировании. – Режим доступа: <https://code-live.ru/>. – Загл. с экрана.
13. РадиоСхем. НЕТ-Лаборатория Электроники [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://radioshem.net/>. – Загл. с экрана.
14. Digitrode.ru. Цифровая электроника. Вычислительная техника. Встраиваемые системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://digitrode.ru/>. – Загл. с экрана.
15. Arduino.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://arduino.ru/>. – Загл. с экрана.

УДК 621.314

## АВТОГЕНЕРАТОРЫ С ТЕСЛА ИНДУКТОРОМ И ЭКСПЕРИМЕНТЫ НАД НИМИ

Однораленко Денис Викторович  
Россия, Алтайский край, Романовский район,  
МБОУ «Сидоровская средняя общеобразовательная школа», 10 класс  
*e-mail: den.odnoralenko@mail.ru*

**Аннотация.** Вопросы, связанные с электричеством, вызывали наш интерес с детства. В основе стремления к познанию нового в этой области лежали практические вопросы: как усилить звуковой сигнал для музыкальной системы, каким образом настроить работу стробоскопа в такт музыки, как осуществить программирование на базе ARDUINO. Постепенно стало интересно, что уже достигнуто в этом направлении наукой, как движется её развитие. Помогли книги и сеть Интернет. Надо заметить, что в Интернете много информации подобного рода. Сильнее всего привлекли работы Николы Теслы и Владимира Ильича Бровина. Суть их заключается в разработке теории и практики беспроводной передачи энергии.

**Ключевые слова:** электрическая энергия, трансформаторы, автогенераторы, индуктор Тесла, скин-эффект, электромагнитное поле, токи высокой частоты, электронные приборы.

**Место выполнения работы.** Работа выполнена на базе МБОУ «Сидоровская средняя общеобразовательная школа» Романовского района. Научный руководитель: Однораленко Анастасия Викторовна, юрист, филиал ФГБУ ФКП «Росреестр по Алтайскому краю», г. Барнаул.

## Описание разработки

### Введение

В прошлом учебном году участвовал в межрегиональной конференции в селе Тюменцево с проектно-исследовательской работой «Беспроводная электроэнергия», где занял 1 место, получил много ценных рекомендаций от профессорского состава жюри по продолжению более углубленного изучения данной проблемы.

С учётом полученных рекомендаций и в связи со стремлением получить более полную картину работы генераторов Тесла, исследовательскую работу было решено продолжить. Поскольку это экспериментальная область, мало обоснованная научными теоретическими выкладками, то есть огромное поле деятельности, в котором можно развивать свои эксперименты. Технологию изготовления и применения катушки Тесла можно совершенствовать. Есть её зарегистрированные конструкции, однако можно вносить свои авторские изменения посредством применения других деталей, расширять область применения. В данной работе исследована многофункциональность автогенераторов с тесла индуктором, попытались смоделировать приборы и внести свои конструктивные особенности.

Проблемой данного исследования является то, что мало было уделено внимания развитию данной технологии.

Актуальность работы заключается в том, что данной технологии было уделено, на наш взгляд, мало внимания. Эта технология очень перспективна в будущем для передачи однопроводной и беспроводной электроэнергии, передачи электроэнергии в труднодоступные места, исследования разрядов высокой напряжённости и высокой частоты.

### Обзор литературы

Вопросами передачи однопроводной и беспроводной электроэнергии занимались Никола Тесла, Яги Хидэцугу, Владимир Ильич Бровин и многие другие.

Для создания трансформаторов необходимо было изучение свойств материалов (неметаллических, металлических и магнитных). Столетов Александр Григорьевич сделал первые шаги в этом направлении (обнаружил петлю гистерезиса и доменную структуру ферромагнетика). Братья Гопкинсоны разработали теорию электромагнитных цепей, а в последствии, изобрели трансформаторы с замкнутыми сердечниками. Явление, лежащее в основе действия электрического трансформатора, было открыто английским физиком Майклом Фарадеем в 1831 году при проведении им основополагающих исследований в области электрической энергии.

### Методы исследования

В ходе выполнения данной работы были использованы следующие методы: описание, наблюдение, эксперимент.

С помощью методов описания, наблюдения и эксперимента была дана полная характеристика тесла индукторов и их работы, выделены разновидности автогенераторов:

1. автогенератор на биполярном транзисторе;
2. автогенератор на полевом транзисторе (MOSFET);
3. автогенератор на лампе;
4. автогенератор на разряднике (RSG).

Была собрана необходимая информация, дано определение для проведения экспериментов над автогенераторами с тесла индукторами.

В данной работе будут использоваться такие научные физические термины как:

скин-эффект (от англ. skin – кожа, оболочка) – физическое явление, заключающееся в неоднородном распределении плотности переменного тока по сечению проводника,



Входное напряжение 18 вольт. Далее оно поступает на сглаживающий, фильтрующий конденсатор. После чего сглаженное напряжение поступает на резистивный делитель, состоящий из двух резисторов, на выход которого подключена база транзистора КТ805. В результате этого, на базу транзистора относительно эмиттера поступает отпирающий ток. Транзистор открывается, и ток течет через транзистор на катушку L1.

Катушка L1 имеет индуктивную связь с катушкой L2, так как в катушке L1 течет ток, то катушка наводит ЭДС в катушку L2. И в катушке L2 возникают колебания. В определенный момент времени сигнал с катушки L2 закрывает транзистор, подав на его базу ток соответствующего знака.

Таким образом, транзистор работает как клапан в определенные моменты времени, снабжая контур энергией.

В результате работы данной установки были проведены следующие исследования:

#### 1. Живучесть.

Данный прибор отлично переносит перепады напряжения. Работает в диапазоне от 6 В 200 мА и до 18 В 600 мА. Прибор устойчив к короткому замыканию по линии питания и по линии катушек. Также он устойчив к наводкам. Тепловыделение транзистора (TDP) не более 20 Вт (при максимальной нагрузке). Установка не переносит смены полярности напряжения по линии питания.

#### 2. Мощность.

В штатном режиме потребляет около 11 Вт. На расстоянии 1 метра датчик электромагнитного поля показал 0,3 Вт.

Поле данной катушки

Размер поля данной катушки был найден экспериментально.

Суть эксперимента заключалась в том, чтобы визуально представить расположение поля высокой напряженности в пространстве.

Результат исследования показан на схематическом рисунке 2 (границы действия поля обозначены концами отрезков).

Данным полем удалось разжечь лампы, наполненные инертным газом:

- ксеноном;
- неоном;
- водородом.

Но не удалось разжечь лампу наполненную гелием.

Размеры, при помощи которых удалось добиться данного эффекта, следующие:

- основание – около 27 см;
- горловина – около 10 см;
- торойд – около 31 см.

### Работа с данной катушкой

При изготовлении данного прибора не испытывали больших проблем. Схема очень проста и неприхотлива в исполнении.

Главная проблема данной конструкции – это малая мощность и заваленный синус на выходе транзистора. Величина мощности была решена подачей большего напряжения по линии питания. А проблема с заваленным сигналом – в резисторном делителе. Добавив еще 1 конденсатор по линии питания, он сделал сигнал более ровной формы.

Итак, данная конструкция предназначена для демонстрации таких эффектов, как розжиг газоразрядных ламп, фитонного разряда, скин-эффекта.

#### II. Автогенератор на полевом транзисторе (MOSFET)

Рассмотрим схему автогенератора на полевом транзисторе (MOSFET) (рис. 3).

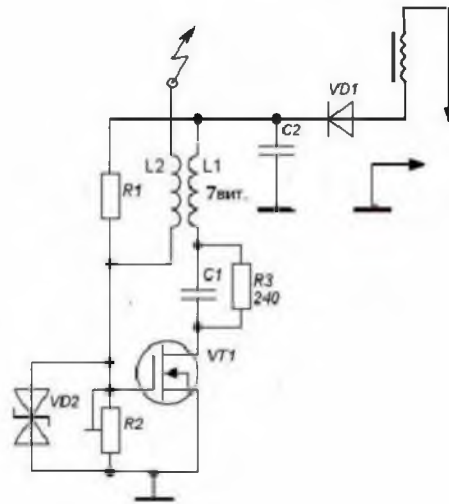


Рисунок 3. Схема автогенератора на полевом транзисторе (MOSFET)

Входное напряжение 220 В. Оно поступает на дроссель и диод VD1. Он нужен для того, чтобы «срезать» полуволну синусоиды. Далее следует сглаживающий, фильтрующий конденсатор. После чего сглаженное напряжение поступает на резистивный делитель, состоящий из двух резисторов, на выход которого подключен затвор транзистора IRFP460. В результате этого, на затвор транзистора, относительно истока, течет отпирающий ток. Транзистор открывается, и ток поступает через транзистор на катушку L1. Катушка L1 имеет индуктивную связь с катушкой L2. Так как в катушке L1 течет ток, то катушка наводит ЭДС в катушку L2. И в катушке L2 возникают колебания.

Сигнал с катушки L2 закрывает транзистор, подав на его затвор ток соответствующего знака. Имеется VD2 супрессор 1.5ке12са защитный диод, предохраняющий затвор от VT1 пробоя.

Таким образом, транзистор работает как клапан в определенные моменты времени, снабжая контур энергией.

В результате работы данной установки были проведены следующие исследования:

#### 1. Живучесть.

Данная катушка отлично переносит перепады напряжения до 280 В. Работает она от сети 220 В. Прибор не терпит прямых замыканий и очень требователен к дросселю, неустойчив к наводкам. Тепловыделение транзистора (TDP) не более 110 Вт и требует активного охлаждения. Также тепловыделение дросселя составляет около 30 Вт.

#### 2. Мощность.

В штатном режиме потребляет около 200 Вт. На расстоянии 1 метра датчик электромагнитного поля показал 3 Вт.

#### Поле данной катушки

Размер поля данной катушки был найден экспериментально. Суть эксперимента заключалась в том, чтобы визуально представить расположение поля высокой напряженности в пространстве (рис. 4).

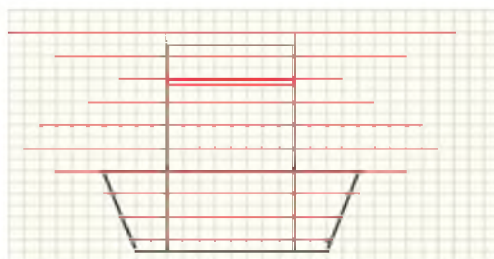


Рисунок 4. Расположение поля высокой напряженности в пространстве

Размеры, при помощи которых удалось добиться данного эффекта, следующие:

- размер основания  $\approx 40$  см;
- горловина  $\approx 20$  см.
- торойд  $\approx 50$  см.

Данным полем удалось разжечь лампы, наполненные инертным газом:

- ксеноном;
- неоном;
- водородом;
- гелием.

Так же удалось разжечь лампу напряжением 220 В и мощностью 25 Вт. Лампа зажглась на 60% при использовании приемника на расстоянии около 15 см. Но, если к концу принимающей антенны прикоснуться, свечение возрастает до 100%. Также расстояние свечения без потерь возрастает до 25-30 см (над данным вопросом планируем работать дальше).

Работа с данной катушкой

При сборке данной модели столкнулись с проблемой выхода из строя транзистора при скачках напряжения, некачественными дросселями, тепловыделением, а также перегрузкой кристалла транзистора. Проблему со скачками напряжения решили, заменив фильтрующий конденсатор на более емкий. Это привело к тому, что катушка в дальнейшем с лёгкостью переносила скачки до 280 В. При запуске с дросселями от ламп ЛДС произошло следующее: стример увеличивался и начинал гаснуть, приводя транзистор к частичному выходу из строя.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что при запуске транзистор не успевал включаться в режим генератора. Переменный ток скачком «жарил кристалл», скачок напряжения падал, и транзистор выключался. Перед тем, как прийти к такому выводу, вывели из строя 4 транзистора. Эту проблему решили более качественным дросселем. Главную роль сыграла установка быстрого диода (шоттки). Диод срезал полуволну синусоиды сети 220 В и плавно включал транзистор в режим генератора. Выходной сигнал (синус) с транзистора заваливался. Чтобы наглядно увидеть изменения сигнала, установили переменный резистор на 10 кОм.

Данная конструкция предназначена для демонстрации таких эффектов, как розжиг газоразрядных ламп и ламп накаливания, а также фитонного разряда, стримера, скин-эффекта.

III. Автогенератор на лампе

Работа установки

Рассмотрим схему автогенератора на лампе.

Трансформатор (Tr1) имеет на выходе 2200 В. D1 и C2 составляют простой умножитель (X2 Шифтер). Шифтер увеличивает напряжение в 2 раза, получаем около 4500 В. C3 и L1 составляет первичный контур. Анодное плечо переходит на анод ламп RO1 и RO2. C5 и R1 составляют обратную связь (Гридлик). L3 - катушка обратной связи. L2 - ВЧ-фильтр. Tr2 и Tr3 на выходе дают 20 В. При помощи этого блока выполняется накал ламп. C4 защищает трансформатор от ВЧ-выбросов.

В данном генераторе катушка обратной связи нужна, так как колебания в контуре не могут идти бесконечно, они затухают. Лампы закроются, а процесс индукции прекратится. В определенные моменты времени лампы откроются обратной связью, в контур поступит энергия, и колебания не затухнут.

Были проверены следующие параметры:

1. Живучесть.

Даная катушка отлично переносит перепады напряжения линии накала до 240 В по линии анодного трансформатора 250 В. Работает от сети 220 В. Катушка не терпит пря-



мых замыканий и очень требовательна к фильтру ВЧ-помех и фильтрующему конденсатору. Прибор устойчив к наводкам, требователен к хорошему балластному противовесу.

## 2. Мощность.

Установка в штатном режиме потребляет около 1000 Вт. На расстоянии 1 метра датчик электромагнитного поля показал 4,7 Вт.

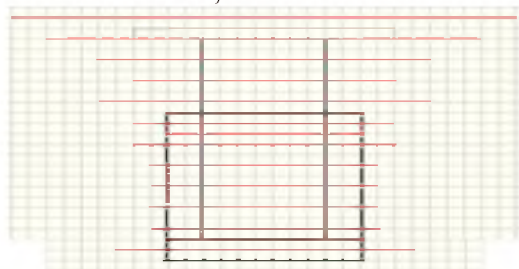


Рисунок 5. Поле катушки

Размер поля данной катушки был найден экспериментально (рис. 5).

Размеры, при помощи которых удалось добиться данного эффекта, следующие:

- размер основания  $\approx 50$  см;
- горловина  $\approx 25$  см;
- торойд  $\approx 70$  см.
- Данным полем удалось разжечь лампы, наполненные инертным газом:
- ксеноном;
- неоном;
- водородом;
- гелием.

Данным полем удалось разжечь лампы, наполненные инертным газом: ксеноном, неоном, водородом. А также удалось разжечь лампу 220 В, 25 Вт на 75% при использовании приемника. На расстоянии  $\approx 15$  см. Но если к концу принимающей антенны прикоснуться, свечение возрастает до 100% и расстояние свечения без потерь возрастает до 25-35 см (над данным вопросом планируем работать дальше). Работа с данной катушкой

В ходе сборки данной конструкции возникли следующие проблемы: появление ВЧ-выбросов, проблема с холодным концом вторичной катушки, а также с конденсаторами. При использовании питающих трансформаторов большого напряжения в схеме (рис. 6) появляются ВЧ-выбросы, пагубно влияющие на трансформаторы, а также частично несовместимые с доступными пленочными конденсаторами. Данную проблему можно решить двумя путями. Первое, нужно полностью отфильтровать ВЧ, что практически невозможно без специальных приборов. Второе, использовать во всей схеме конденсаторы с ВЧ-защитой, то есть ВЧ-керамику и шунтировать конденсаторами трансформаторы, но при этом цена прибора увеличится. Поэтому использовали совокупность этих методов.

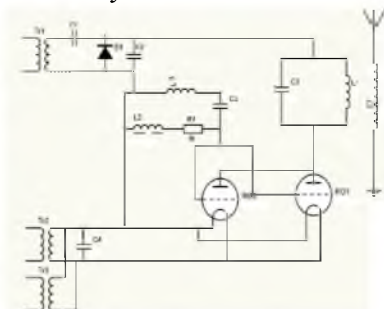


Рисунок 6. Схема трансформатора

То есть частично отфильтровали ВЧ-импульсы фильтрами и шунтирующими конденсаторами. И в первичный контур установили конденсаторы ВЧ-керамику.

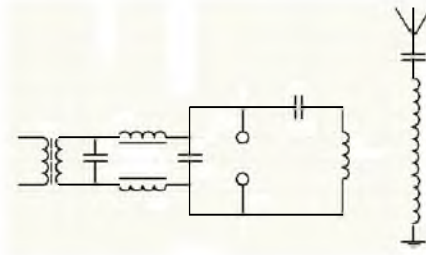


Рисунок 7. Первичный контур (конденсаторы с ВЧ-керамикой)

Проблему с холодным концом вторичной катушки можно было решить двумя способами. Первое: просто заземлить ее. Но, так как данную модель нужно транспортировать, это неудобно. Второе: использовать противовесную емкость (балласт). Использовали именно ее. Но, из-за того, что компоненты схемы находились близко, из противовеса вылетали стримеры. Эта проблема была решена более толстой изоляцией.

Данная конструкция предназначена для демонстрации таких эффектов, как розжиг газоразрядных ламп и ламп накаливания, а также фитонного разряда, стримера, скин-эффекта, вилки Авраменко, ионизации помещения.

#### IV. Автогенератор на разряднике (RSG)

Работа установки

Рассмотрим работу установки по данной схеме.

Трансформатор (Tr1) имеет на выходе 5400 В. Далее C1, C2, L1 и L2 составляет ВЧ-фильтр. C3 и L3 составляет первичный контур. RSG (разрядник) нужен для генерации синусоидального сигнала.

Были исследованы следующие параметры:

##### 1. Живучесть.

Данная катушка отлично переносит перепады напряжения линии накала до 380 В. Работает от бытовой сети 220 В. Катушка переносит прямые замыкания и пробой, требовательна к фильтру ВЧ-помех и фильтрующему конденсатору, устойчива к наводкам, хорошо заземлению и охлаждению разрядника.

##### 2. Мощность.

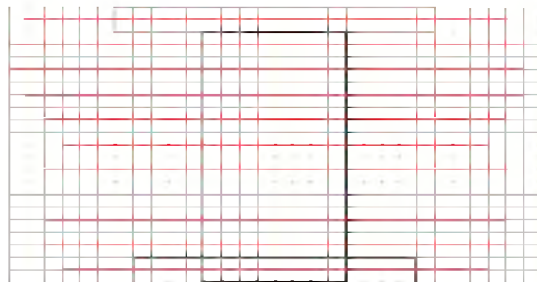


Рисунок 8. Размер поля катушки

В штатном режиме катушка потребляет около 3000 Вт. На расстоянии 1 метра датчик электромагнитного поля зашкаливал. На расстоянии 10 метров показал 4,8 Вт.

Размер поля данной катушки был найден экспериментально (рис. 8).

Размеры, при помощи которых удалось добиться данного эффекта, следующие:

- размер основания около 160 см;
- горловина около 100 см;
- торойд около 160 см.

Данным полем удалось разжечь лампы, наполненные инертным газом:

- ксеноном;
- неоном;
- водородом;
- гелием.

Также удалось разжечь лампу напряжением 220 В, мощностью 25 Вт только на 75% при использовании приемника на расстоянии около 80 см. Но если к концу принимающей антенны прикоснуться, свечение возрастает до 100%, а расстояние свечения без потерь возрастает до 120-130 см (над данным вопросом планируем работать дальше).

Работа с данной катушкой.

При сборке данной модели столкнулись с такими проблемами как ВЧ-выбросы, холодным концом вторичной катушки, а также с КС (коэффициент связи) катушек. Проблему ВЧ-выброса решили при помощи ВЧ-фильтра, который рассчитали методом научного «тыка», что привело к выходу из строя трансформатора.

$$f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$$

Далее, пользуясь формулой расчета «ш»-фильтра, рассчитали частоту и параметры.

#### Решение проблемы КС

При использовании первичной катушки в виде конуса были пробои между первичным и вторичным контуром. Пришли к такому выводу, что все это связано с большим коэффициентом связи катушек. После переделки первичного контура в горизонтальную катушку пробои уменьшились. Выполнили покрытие 6 слоями лака вторичного контура, тогда они и вовсе исчезли. Проблема с холодным концом вторичной катушки заключалась в том, что ее нужно было транспортировать, а использовать заземление крайне неудобно. При попытке использования противовеса (балласта) были пробои между блоками схемы. При увеличении противовеса пробои все равно были. В виде балласта был использован корпус трактора ДТ25, только после этого схема начала стабильно работать. Пришлось использовать заземление.

Автогенератор на разряднике (RSG) предназначен для демонстраций: мощных разрядов, поддержания поля высокой напряженности, образования ионного ветра.

Были проведены опыты. На вывод терминала (откуда вылетали стримеры) мы поместили салфетку, смоченную раствором соли (NaCl). Цвет стримера изменился. Он был не фиолетово-синего цвета, а насыщенно желтого. Таким образом, стример по аналогии с пламенем является низкотемпературной плазмой. Пламя является низкотемпературной плазмой и тоже изменяет свой цвет, когда в него попадают соли металлов. Также провели эксперимент с солями бария и лития. Что полностью подтвердило наши догадки.

Необходимо отметить следующее: действие данной установки на человека.

При работе с установкой были соблюдены все правила безопасности, нас «не било током». Таким образом, токи высокой частоты, которые проходят по поверхности человеческого организма, не причиняют ему вреда, наоборот, оказывают тонизирующее и оздоравливающее действие. Это используется в современной медицине.

#### Опыты над полем автогенераторов

##### № 1

Цель опыта: удостовериться в наличии электромагнитного поля и исследовать его.

Оборудование: штатив с зажимом, провод заземления, измерительная площадка, лампы, наполненные инертными газами (He, H<sub>2</sub>, Ne), автогенератор с тесла индуктором, принимающая катушка, соединительные провода, датчик электромагнитного поля, измерительная линейка.

##### Ход эксперимента

На измерительную площадку был установлен генератор. Убедились в том, что край вторичной катушки совпадает с значением 0. Запустили генератор, поднесли на расстояние 1-3 см датчик электромагнитного поля. Он сигнализировал о том, что на него дейст-

вует электромагнитное поле, следовательно, вокруг автогенератора есть электромагнитное поле. Так как в наличии не было прибора, который может показать точные границы поля, мы использовали газоразрядную лампу в качестве индикатора. Настраивали штатив так, чтобы край лампы был на одной линии с пьедесталом, перемещали штатив по горизонтали вдоль измерительной линейки, пока не добивались уменьшения свечения и мерцания, вносили данные на проекцию. Далее настраивали штатив так, чтобы край лампы находился на одной линии с серединой вторичного контура, называемого горловиной, перемещали штатив по горизонтали вдоль измерительной линейки, пока не добивались уменьшения свечения и мерцания, затем вносили данные на проекцию. Еще раз настраивали штатив так, чтобы край лампы находился на одной линии с вершиной тороида, перемещали штатив по горизонтали вдоль измерительной линейки, пока не добивались уменьшения свечения и мерцания, вносили данные на проекцию. На проекции строили приближённую форму поля тесла индуктора и расставляли точки замера линии (пьедестал, горловина, тор). Получили форму поля, напоминающего песочные часы. Сделали еще около 5-7 промежуточных измерений. Получили примерную форму поля.

#### Примечание

Проблема этого способа заключается в том, что погрешность огромна, так как границы поля можно определить лишь по мерцанию лампы, что довольно неточно и зависит от наблюдателя. По нашим предположениям, поле не является статичным, а находится в динамике, что затрудняет его исследование. Более точные замеры поля не смогли сделать, так как нет необходимых приборов. В данный момент времени проводится поиск методики, а также нужных приборов.

#### № 2

##### Опыт по передаче энергии на расстоянии

Цели опыта: передать и получить энергию на расстоянии при помощи автогенератора и принимающей катушки.

Оборудование: штатив с зажимом, провод заземления, измерительная площадка, лампы 25, 30, 40 ватт, автогенератор, принимающая катушка №1, №2, №3 (Рис. 10), соединительные провода, датчик электромагнитного поля, измерительная линейка.

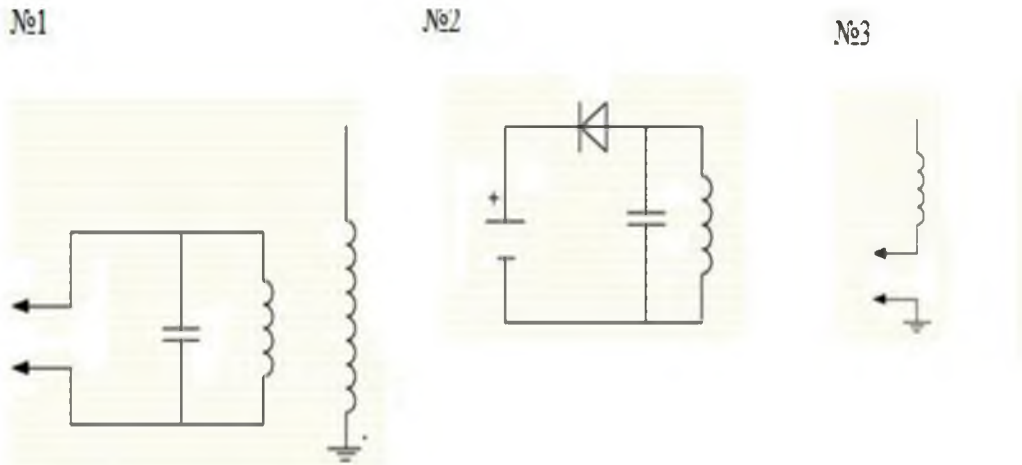


Рисунок 9. Принимающая катушка №1, №2, №3

#### Ход эксперимента

Устанавливаем генератор на измерительную площадку. Убеждаемся в том, что край вторичной катушки совпадает со значением 0. Запускаем генератор, подносим на расстояние 1-3 см принимающую катушку и убеждаемся в том, что приемник входит в резонанс с автогенератором, о чём сигнализирует накал лампы, подключенной в нагрузку.

Перемещаем штатив с приемником по горизонтали до того момента, как лампа начнет гаснуть.

#### Примечание

Схема №1 неплохо подходит для генераторов большой и средней мощности, так как схема надежна, и порог прочности упирается лишь в резонансную ёмкость. Но у этой схемы есть и минусы: переменный сигнал большой частоты, и передачу энергии можно контролировать лишь расстоянием между индуктором и приёмником, а также требуется заземление. Такая схема очень хорошо подходит для простых бытовых приборов: ламп с накаливающей нитью, паяльника с накаливающей нитью, высокочастотных трансформаторов и т.д.

Схема №2 подходит лишь только для маломощных автогенераторов, как правило, до 22 В и 5 А, так как включённый в схему диод имеет малый запас прочности, и необходимо использовать адаптивные диоды. Но есть и большие плюсы: во-первых, данная схема не нуждается в заземлении, так как имеет полярность, во-вторых, она проста в настройке, в-третьих, идеально подходит для сложных бытовых приборов (телефонов, планшетов, мини ПК), так как напряжение более или менее стабилизировано, его можно сделать стандартным.

Схема №3 самая простая и практически не требует настройки. Также в данной схеме вместо заземления можно использовать ёмкость. По нашим предположениям, данная схема работает на разности потенциалов. Данная схема подходит для разной мощности генераторов и имеет колоссальный запас прочности. Схема может принимать большие токи. Она подходит для простых бытовых приборов: ламп с накаливающей нитью, паяльника с накаливающей нитью, высокочастотных трансформаторов и т.д.

#### Заключение

В ходе выполнения работы были сделаны следующие выводы:

- 1) технология передачи электроэнергии однопроводной и беспроводной осуществима;
- 2) данная технология в домашних условиях безопасна;
- 3) исследование над данной темой не закончено, работу можно продолжить в лабораторных условиях.

Таким образом, автогенераторы широко применяются в устройствах связи, радиовещания, телевидения, измерительных приборах, устройствах вычислительной техники и т. д. Любой автогенератор является нелинейным устройством, преобразующим энергию источника питания в энергию радиочастотных колебаний. В качестве АЭ (активный элемент) в автогенераторах используются электронные лампы, биполярные транзисторы, полевые транзисторы и другие электронные приборы.

Токи высокой частоты, которые проходят по поверхности человеческого организма, не причиняют ему вреда, наоборот, оказывают тонизирующее и оздоровительное действие, что используется в современной медицине.

В ходе выполнения работы поставленная цель и задачи были достигнуты.

В результате:

- смоделированы автогенераторы с тесла индуктором и проведены эксперименты над ними;
- доказано существование технологии передачи электроэнергии однопроводным и беспроводным путем;
- исследованы наличие поля высокой напряжённости и его формы;
- изучить принцип работы тесла индукторов и генераторов;
- подтверждено наличие стримера, проверена его природа и безопасность, проанализирована научно-методическая литература.

## Список использованных источников

1. Андреев, Н. К. Учет влияния отраженных токов в синтезе магнитных полей / Н. К. Андреев, А. Н. Цветков // Известия высших учебных заведений. Серия: Проблемы энергетики. – 2003. – № 9/10. – С. 75-79.
2. Гуртов, В. А. Твердотельная электроника: учебное пособие/В. А. Гуртов. – Москва : Техносфера, 2005. – 312 с.
3. Гребенников, Е. А. Введение в резонансную аналитическую динамику / Е. А. Гребенников, Ю. А. Митропольский, Ю. А. Рябов. – Москва: Янус-К, 1999. – 301 с.
4. Данилов, И. А. Общая электротехника с основами промышленной электроники / И. А. Данилов, П. М. Иванов. – 4-е изд. – Москва: Высшая школа, 2010. – 56 с.
5. Косинов, Н. В. Однопроводная и беспроводная передача энергии / Н. В. Косинов // Новая энергетика. – 2003. – № 4. – С. 2-7.
6. Конторович, М. И. Нелинейные колебания в радиотехнике (автоколебательные системы) / М. И. Конторович. – Москва: Сов. радио, 1973. – 320 с.
7. Леше, А. Ядерная индукция/А. Леше. – Москва: Иностранная литература, 1963. – 684 с.
8. Маклаков, А. И. Самодиффузия в растворах и расплавах полимеров/А. И. Маклаков, В. Д. Скирда, Н. Ф. Фаткуллин. – Казань: Изд-во КГУ, 1987. – 221 с.
9. Пасынков, В. В. Полупроводниковые приборы / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. – 9-е изд. – Санкт-Петербург: Лань, 2009. – 480 с.
10. Пиштало, В. Никола Тесла. Портрет среди масок/В. Пиштало. – Москва: Азбука-классика, 2010. – 24 с.
11. Провоторов, Б. Н. О магнитном резонансном насыщении в кристаллах/Б. Н. Провоторов//Журнал экспериментальной и теоретической физики. – 1961. – Т. 41, № 5. – С. 1582-1591.
12. Попов, А. В. Многочастотные колебания в автогенераторе на трех связанных контурах/А. В. Попов; Воронеж. ун-т. – Воронеж, 2000. – 28 с. – Библиогр.: 6 назв. – Деп. в ВИНТИ 15.01.01, № 103-В2001.
13. Ржонсницкий, Б. Н. Никола Тесла/Б. Н. Ржонсницкий. – Москва: Молодая гвардия, 1959. – 32 с. – (Жизнь замечательных людей. Выпуск 12).
14. Хапаев, М. М. Усреднение в теории устойчивости: исследование резонансных многочастотных систем/М. М. Хапаев. – Москва: Наука, 1986. – 190 с.
15. Цверева, Г. К. Никола Тесла, 1856-1943/Г. К. Цверева. – Ленинград: Наука, 1974. – 79 с.
16. Фейгин, О. Никола Тесла: Наследие великого изобретателя/О. Фейгин. – Москва: Альпина нон-фикшн, 2012. – 105 с.
17. История трансформаторов [Электронный ресурс]//Мандарин Строй. – Сочи, 2013. – Режим доступа: <https://www.mandarin-stroy.com/directions/transformatornye-podstantsii/istoriyaransformatorov/>. – Загл. с экрана.
18. История трансформатора и трансформаторостроения [Электронный ресурс] // Livejournal. – Режим доступа: <http://poisk.livejournal.com/241361.html>. – Загл. с экрана.
19. Виды и применение трансформаторов [Электронный ресурс] // Bestreferat. – Режим доступа: <http://www.bestreferat.ru/referat-179997.html>. – Загл. с экрана.
20. Скин-эффект [Электронный ресурс] // Энциклопедия физики и техники. – Режим доступа: [http://www.femto.com.ua/articles/part\\_2/3686.htm](http://www.femto.com.ua/articles/part_2/3686.htm). – Загл. с экрана.
21. Природа потерь в проводниках на высоких частотах [Электронный ресурс] // ELECTROSAD.RU. – Режим доступа: <http://www.electrosad.ru/Electronics/Skin.htm>. – Загл. с экрана.

## РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ АЭРОАВТОМОБИЛЯ

Функ Вячеслав Сергеевич

Россия, Алтайский край, город Славгород

МБОУ «Средняя общеобразовательная школа №15», 11 класс

*e-mail: catmatroskin1960@mail.ru*

**Аннотация.** Цель исследовательской работы состояла в том, чтобы разработать модель аэромобиля с двигателем на основе воздушной тяги и оптимизировать его параметры. Актуальность исследования заключается в том, что в настоящее время активно развивается направление «Проектирование автомобилей-гибридов». Так как основным движущим элементом модели является винт, и скоростные качества модели зависят от его параметров, в процессе исследования изучалась именно эта деталь автомобиля.

Научная новизна работы заключается в том, что для модели был разработан винт необычной конструкции, позволяющей двигаться независимо от направления воздушных потоков. Установленный на модели электродвигатель обеспечивает движение модели в режиме электромобиля при отсутствии ветра. Конструкция позволяет оперативно менять винт на цилиндр, который так же за счет эффекта Магнуса позволяет ей двигаться при встречных воздушных потоках. При разработке модели использовались следующие научные методы: аналитический, экспериментальный, обобщение. Применение данных методов обусловлено особенностью работы, так как подбор винта осуществляется экспериментально. Измерение скоростных характеристик модели осуществлялось с помощью датчика движения цифровой лаборатории.

Практическая значимость исследования заключается в том, что была разработана действующая модель, с помощью которой можно наглядно на уроках физики изучать виды движений. Она является дополнением к цифровым лабораториям в качестве объекта для демонстрации видов движения. С помощью данной модели можно решать ряд экспериментальных задач по механике, а так же возможно конструирование реального транспортного средства.

**Ключевые слова:** аэроавтомобиль, аэромобиль, технические характеристики, винты, двигатели.

**Место выполнения работы.** Работа выполнена на базе МБОУ «СОШ №15» г. Славгорода. Научный руководитель: Бабанина Наталья Анатольевна, учитель физики.

### Описание разработки

Актуальность разработки данной модели аэромобиля заключается в том, что он экологически чист и не производит никаких вредных выбросов в атмосферу. Двигатель, который стоит в данной модели, в сравнении с другими типами двигателей, обладает низким уровнем шума при работе. Преобладающие качества модели: небольшой размер, масса деталей и сам аэромобиль в целом. При движении модели возможно использование не только энергии аккумулятора, но и энергии природных ресурсов – энергии ветра. Совокупность этих параметров открывает перспективы широчайшего использования предлагаемой преобразующей модели двигателя как в качестве более эффективной замены стандартно используемых двигателей [8].

**Цель работы:** разработать модель аэромобиля с двигателем на основе воздушной тяги и оптимизировать его параметры.

Для реализации цели были определены следующие **задачи**:

1. Изучить опубликованные экспериментальные и теоретические работы по сборке моделей аэромобиля и провести сравнительный анализ характеристик моделей.

2. Разработать конструкцию и собрать модель аэромобиля.
3. Исследовать его технические характеристики.
4. Проанализировать результаты и сделать выводы.

**Объект исследования:** двигатель на основе воздушной тяги.

**Предмет исследования:** модель аэромобиля.

**Методы:** Аналитический, экспериментальный, обобщение.

**Гипотеза:** автомобили, использующие в качестве топлива источники альтернативной энергии, обладают высоким потенциалом и перспективами в развитии.

**Практическая значимость:** в отличие от других подобных существующих моделей аэромобиля, этот способен двигаться как с помощью потока ветра, так и с помощью электродвигателя. Также этот двигатель может работать как генератор. С помощью данной модели можно собрать действующий аэро-автомобиль.

Ветряной двигатель преобразует энергию ветра в механическую работу. Основная рабочая часть ветряного двигателя – ветровое колесо. Многие страны принимают меры для того, чтобы защитить экологию от вредных выхлопов автотранспорта. Альтернативные источники энергии – уже реальность. В мире популярность набирает электромобиль, а еще одна альтернатива бензину, которая всерьез рассматривается в научном сообществе – энергия ветра. В процессе изучения источников литературы по данной теме, мы проанализировали и обобщили достоинства и недостатки существующих на сегодня моделей и свели все данные в таблицу [3,5] (см. табл. 1).

Таблица 1

Сравнительные характеристики аэромобилей

Тип модели	Скоростные характеристики	Достоинства модели	Недостатки модели
AeroMobil 3.0	Скорость автомобиля по шоссе = 160 км/ч, по воздуху = 200 км/ч, запас хода по шоссе 875 км, по воздуху 700 км	Выпущен для общего использования, способен передвигаться на достаточно большие расстояния, имеет крылья, которые складываются	Новинка на рынке автотранспорта, не гарантирует безопасного передвижения как для водителя так и для окружающих
Helica	Скорость автомобиля 170 км/ч	Основоположник аэромобилей. Первое подобие, собранное Лятом	Огромные габариты, шумный двигатель, открытый винт, который в таком положении опасен
Helicron	Скорость автомобиля 120 км/ч	Сконструирован для безопасного движения по дорогам общего использования	Огромные габариты, шумный двигатель, не эстетичный вид
Terrafugia Transition	Мощность = 1 МВт, скорость в воздухе 320 км/ч, запас полета = 805 км	Присутствует два двигателя (электро- и ДВС). Допущен к использованию на дорогах общего использования, вышел в производство, способен передвигаться как по шоссе, так и по воздуху с раскладывающимися крыльями	Данные модели – новинка на рынке автотранспорта. Они точно не гарантируют безопасности передвижения по воздуху, а так же запас хода по шоссе неизвестен

Не секрет, что современные автомобили сильно загрязняют окружающую среду, достаточно велики затраты на топливо для транспорта. Поэтому вопрос об использовании альтернативной энергии в различных сферах, а точнее, в автотранспорте, вполне актуален. В настоящее время ведутся активные разработки по созданию автомобилей-гибридов. По информации, представленной в таблице, понятно, что оптимальная конструкция на данный момент еще не разработана [7,8].



## I. Экспериментальная часть

## Сборка модели

Собрана модель аэромобиля, состоящая из обычной пластиковой бутылки, деревянных стержней, колес, моторчика, трех элементов питания по 9 В, самодельного пропеллера (см. рис. 1) [9]. Технические характеристики двигателя представлены ниже в таблицах 1,2.

Таблица 2

Технические характеристики используемого электродвигателя

Напряжение, В			Частота вращения, об/мин	
Минимальное	Номинальное	Максимальное	ПСИ	Эксплуатационная
26 В	29 В	32 В	9000±800 об/мин	1800 об/мин

Таблица № 3

Мощность, Вт		Потребляемый ток, А	
Полезная	Потребляемая	ПСИ	Эксплуатационный
3,22 Вт	11,6 Вт	0,25 А	0,4 А
Номинальный вращающий момент, мН•м		Пусковой момент, мН•м	
3,43 мН•м		5,9 мН•м	



Рисунок 1. Модель в собранном виде

В процессе запуска модели было установлено, что скорость ее движения зависит от положения центра масс. На движение влияют и аэродинамические свойства модели, в первую очередь размеры и форма винта [10]. Так как на модели обычно ставят винты из двух лопастей, мы решили проверить зависимость скоростных характеристик модели от вида винта и количества лопастей [2,4]. Для подбора оптимального количества лопастей, изготовили несколько винтов одинакового размера, но с разным количеством лопастей. Далее с помощью датчика движения измерили средние скорости и ускорения модели с различными винтами. Go! Motion цифровой лаборатории VernierLoggerLite (см. приложение III, рис. 8): данная лаборатория позволяет не только измерять скорости и ускорения, но и находить средние значения величин (скорости и ускорения) и графический характер движения. Затем данные всех экспериментов мы свели в таблицу, по результатам которой построили гистограмму (рис. 2).

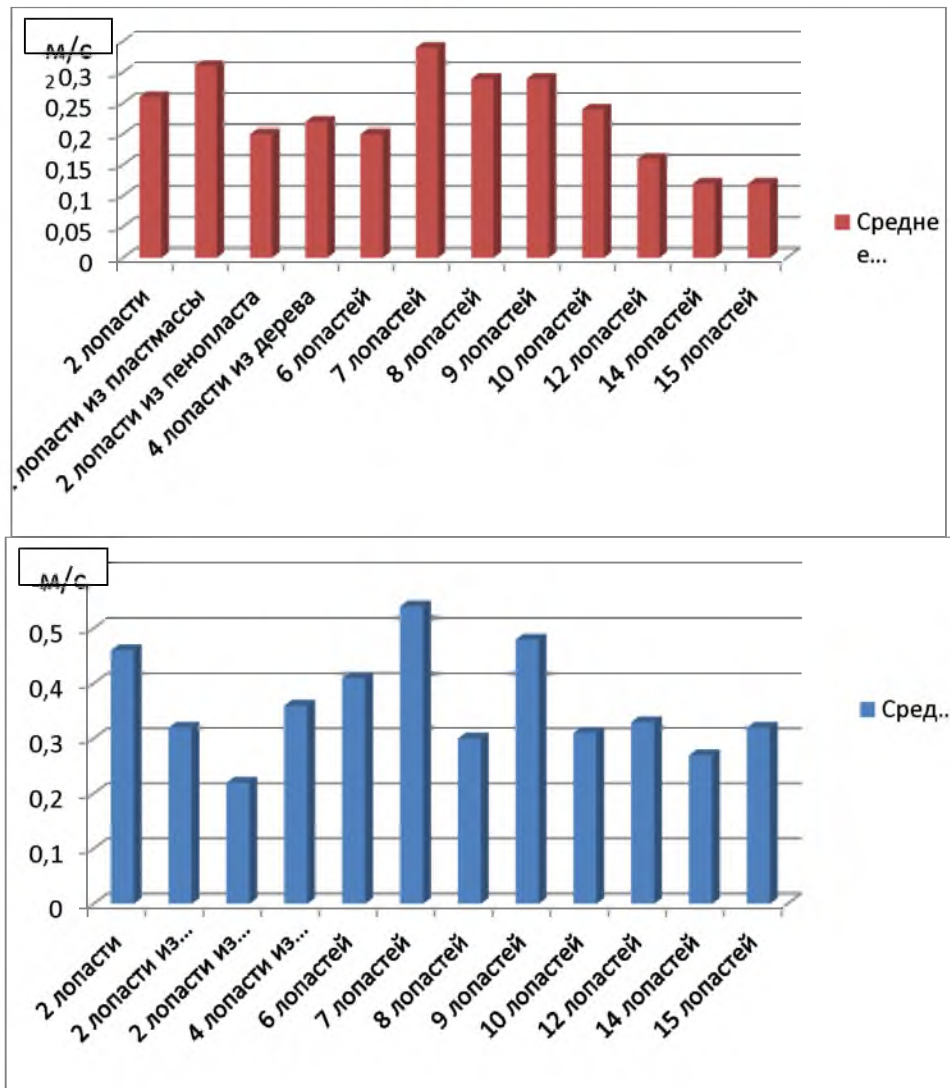


Рисунок 2. Средние значения скорости и ускорения модели в зависимости от количества лопастей воздушного винта

Анализ гистограммы, представленной на рис. 2, позволяет сделать вывод о том, что максимальное ускорение возникает, если винт имеет 7 лопастей. При этом максимальную скорость модель развивает, если винт тоже содержит 7 лопастей. Дальнейшее увеличение или уменьшение количества лопастей ведет к снижению скоростных характеристик модели. Ускорение силы тяги мотора незначительно отличается от характеристик движения модели, так как при ее движении возникает сила сопротивления.

Вид графика движения позволяет сделать вывод о том, что движение является неравномерным (см. приложение III, рис. 8). Далее провели серию экспериментов, по измерению технических характеристик двигателя и самой модели [6]. Для этого сняли двигатель с винтом. Прикрепили его на деревянной рейке так, чтобы образовался своеобразный маятник. Далее двигатель подключили к питанию от источника. При замыкании переключателя винт начинает вращаться, создавая силу тяги (см. рис. 4).



Рисунок 4. Расположение работающего двигателя

Под действием силы тяги маятник отклоняется от положения равновесия на угол  $15^\circ$ . Отметив максимальный угол отклонения маятника от положения равновесия, разомкнули переключатель. С помощью лабораторного динамометра отклонили маятник на такой же угол и измерили необходимую силу (см. приложение II, рис. 5, 6). С помощью динамометра нашли реактивную силу, которая равна  $0,2 \text{ Н}$ , затем с помощью весов мы определили массу модели вместе с пропеллером и двигателем  $M = 0,31 \text{ кг}$ .

По формуле  $F = ma$ , рассчитали ускорение данного двигателя:

$A = F/ma = 0,65 \text{ м/с}^2$  (ускорение которое создает двигатель без учета сопротивления).

$E = (m \cdot U^2)/2$   $A_p = \Delta E A_p = 0,06 \text{ Дж}$   $A_z = F S A_z = 0,13 \text{ Дж}$ , КПД =  $A_p/A_z \cdot 100\%$   
КПД = 47%,  $S_{cp} = 0,65 \text{ м}$ .

Таблица 3

#### Технические характеристики аэромобиля

Вид модели	Скорость, м/с	Ускорение, м/с <sup>2</sup>	КПД, %	Энергия, Дж	Мощность, Вт
Аэромобиль	0,54 м/с	0,3 м/с <sup>2</sup>	47%	0,06 Дж	3,86 Вт

Далее, используя поток ветра от вентилятора, технические характеристики которого приведены ниже (см. табл. 4), протестировали модель в режиме аэромобиля (табл. 5).

Таблица 4

#### Характеристики вентилятора

ElenbergFS-4040 RC		
Заявленная мощность, Вт	Диаметр пропеллера, см	Максимальная скорость воздушного потока, м/с
45 Вт	40 см	2.8 м/с

Таблица 5

#### Скоростные характеристики движения модели в режиме аэромобиля

Скорость, м/с	Ускорение, м/с <sup>2</sup>
0.2 м/с	0.14 м/с <sup>2</sup>

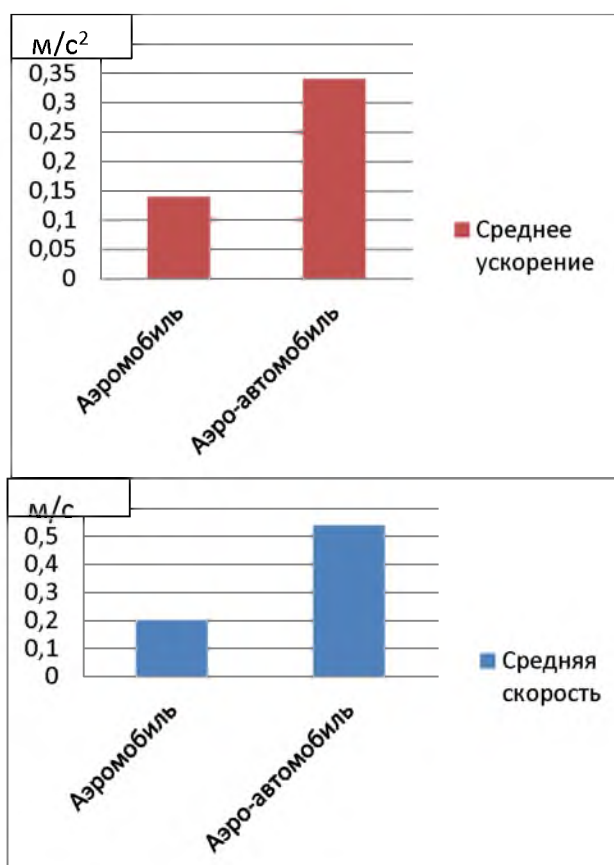


Рисунок 5. Средние скорости и ускорения модели в различных режимах

Анализ гистограммы, представленной на рисунке № 5, позволяет сделать вывод о том, что модель способна двигаться не только с помощью электродвигателя, но и потока ветра. Решили проверить зависимость скоростных характеристик от значения угла падения воздушного потока на винт с помощью датчика движения. Для этого взяли вентилятор и с помощью транспортира отметили нужные углы. Все получившиеся данные свели в таблицу (табл. 6).

Таблица 6

Зависимость скоростных характеристик от угла падения  
воздушного потока

Углы, °	Скорость, м/с	Ускорение, м/с <sup>2</sup>
45°	0,34 м/с	0,23 м/с <sup>2</sup>
90°	0,25 м/с	0,19 м/с <sup>2</sup>
180°	0,23 м/с	0,17 м/с <sup>2</sup>

Анализ таблицы 6 позволяет сделать вывод о том, что при увеличении угла падения воздушного потока, направленного на лопасти от 45° до 180°, скоростные характеристики модели уменьшаются, но она продолжает движение. Решили провести эксперимент с использованием эффекта Магнуса [11]. Для этого сняли винт с модели и поставили вместо него цилиндр определенного диаметра. После чего измерили скоростные характеристики получившейся модели.

Высота цилиндра – 23,5 см, диаметр цилиндра – 3,5 см.



Рисунок 6. Аэромобиль с цилиндром вместо винта

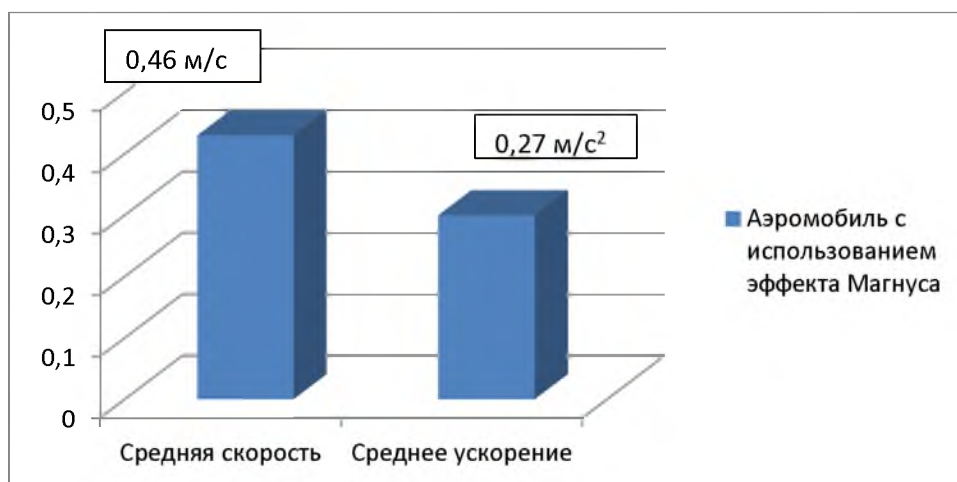


Рисунок 7. Средние значения скорости и ускорения аэромобиля с цилиндром

Анализ гистограммы позволяет сделать вывод о том, что модель с использованием эффекта Магнуса развивает меньшую скорость и ускорение в сравнении с моделью аэромобиля с винтом, однако главным ее преимуществом является то, что она способна приходить в движение даже за счет маленького потока ветра, который попадает на вращающийся цилиндр.

II. Выводы по результатам исследования:

1. В процессе работы была разработана и сконструирована модель аэромобиля гибрида.

2. Так как скоростные качества модели и ее основной движущей частью является винт, в результате серии экспериментов была разработана оптимальная конструкция винта для данной модели.

3. В процессе исследования было выяснено, что скоростные качества модели незначительно меняются при переходе от режима работы аэро-электромобиля к движению в режиме аэромобиля. Небольшое снижение скоростных характеристик компенсируется возможностью зарядки аккумулятора модели за счет потоков ветра. То есть возможность работы электродвигателя в режиме генератора. В конструкции аэромобиля-гибрида предусматривается возможность замены движущего винта на цилиндр. Данный элемент двигателя позволяет адаптировать модель для любых условий движения.

4. Разработанная модель может быть использована на уроках физики при изучении видов движения с помощью датчиков цифровых лабораторий.

## Список использованных источников

1. Реактивный двигатель [Электронный ресурс]//Академик: научно-технический энциклопедический словарь. – Электрон. текст. дан. – Режим доступа: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ntes/3996/РЕАКТИВНЫЙ>. – Загл с экрана.
2. Бондарюк, М. М. Прямоточные воздушно-реактивные двигатели [Электронный ресурс] / М. М. Бондарюк, С. М. Ильяшенко. – Электрон. текст. дан. – Москва, 1958. – Режим доступа <http://www.booksite.ru/fulltext/1/001/008/006/076.htm>. – Загл с экрана.
3. Китайский фермер построил ветромобиль [Электронный ресурс]//Энергоэффективные автомобили. – Электрон. текст. дан. – Режим доступа:<http://ecosconceptcars.ru/2012/05/kitajskij-fermer-postroil-vetromobil.html>. – Загл с экрана.
4. Реактивная тяга [Электронный ресурс] // Академик: научно-технический энциклопедический словарь. – Электрон. текст. дан. – Режим доступа: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ntes/3995/РЕАКТИВНАЯ>. – Загл с экрана.
5. Аэромобиль Курункова [Электронный ресурс]. – Электрон. текст. дан. – Режим доступа :<http://novosti-n.org/ukraine/read/84443.html>. – Загл. с экрана.
6. Автомобиль на ветродвигателе: игрушка или реально? [Электронный ресурс] // Altenergiya.ru. –Электрон. текст. дан. – Режим доступа: <http://altenergiya.ru/veter/avtomobil-na-vetrodvigatele.html>. – Загл. с экрана.
7. Летающий автомобиль AeroMobil 3.9 вышел на испытания [Электронный ресурс] // Драйв. – Электрон. текст. дан. – Режим доступа <https://www.drive.ru/news/545368f895a656ffdd000045.html>. – Загл. с экрана.
8. Электродвигатели ДПМ [Электронный ресурс] // ООО Западприбор. – Электрон. текст. дан. – Режим доступа: <http://zapadpribor.com/dpm-25-n1-01/>. – Загл. с экрана.
9. Автомобили с пропеллером [Электронный ресурс]. – Электрон. текст. дан. – Режим доступа: <http://podkofeek.ru/capuchino/106.html/> – Загл. с экрана.
10. Эффект Магнуса [Электронный ресурс]//Фоксфорд. – Электрон. текст. дан. – Режим доступа: <https://foxford.ru/wiki/fizika/effekt-magnusa>. – Загл. с экрана.

## Приложения



Рисунок 1. Источник питания (крона)



Рисунок 3. Колесная ось, колеса



Рисунок 2. Основа корпуса



Рисунок 4. Двигатель

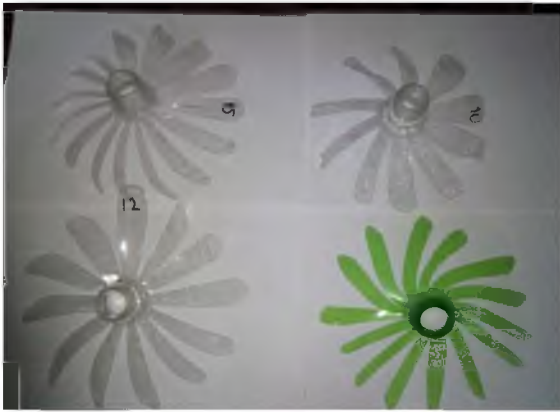


Рисунок 5. Винты



Рисунок 6. Процесс измерения скорости и ускорения с помощью цифровой лаборатории



Рисунок 7. Измерение реактивной силы

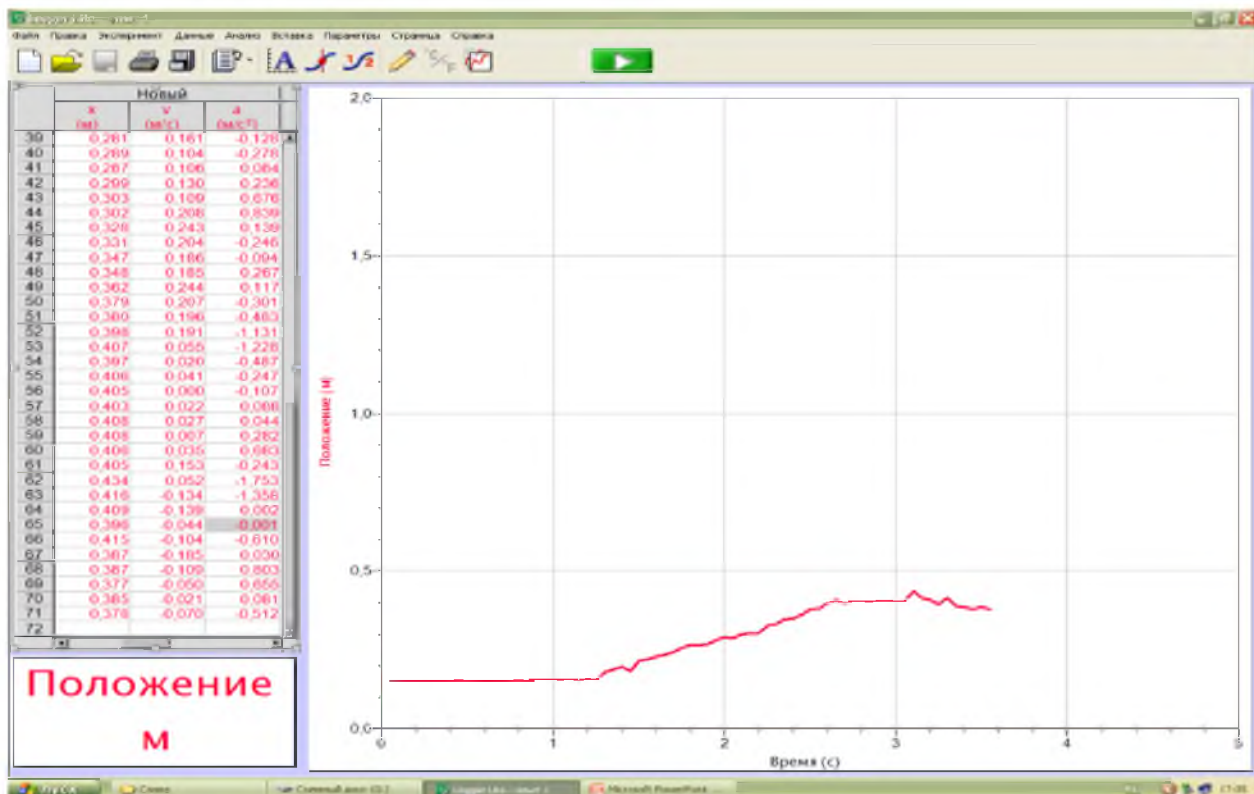


Рисунок 8 График движения, рабочее окно датчика движения

Для заметок



Для заметок

Для заметок