

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Департамент общего образования Томской области
ОГБУ «Региональный центр развития образования»
АНО ДО «Детский технопарк «Кванториум»
Департамент образования администрации г. Томска
МБОУ лицей при ТПУ г. Томска

СБОРНИК ТРУДОВ

XXIII Всероссийской конференции-конкурса
исследовательских работ старшеклассников
«Юные исследователи – науке и технике»

25 – 26 марта 2022 г.

Издательство
Томского политехнического университета
Томск 2022

УДК 373.5.385(063)

ББК 74.200.585.2л0

Ю-571

Юные исследователи – науке и технике: сборник трудов XXIII Всероссийской конференции-конкурса Исследовательских работ старшеклассников «Юные исследователи – науке и технике»; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2022

В сборнике трудов представлены материалы работ школьников.

Сборник представляет интерес для школьников, занимающихся исследовательской и проектной деятельностью.

В сборник включены статьи, представленные в Оргкомитет конференции и заслушанные на конференции.

ШАГОХОД

Анисимова Виктория

МБОУ Технический лицей № 176 Карасукского района Новосибирской области, 10 класс

Научный руководитель: Шаравин Александр Владимирович,
педагог дополнительного образования

Обоснование актуальности и практической значимости выбранной темы.

Тео Янсен известен своими особыми кинетическими скульптурами, напоминающими скелеты животных, способными передвигаться под воздействием ветра.

Меня заинтересовали данные конструкции, которые увидела на просторах интернета. Захотев узнать, как работают такие механизмы, и я решила обратиться к своему преподавателю, на что получила ответ: «Давай создадим свою модель и посмотрим что из этого получится.»

Цель: Сконструировать платформу, передвигающуюся посредством перестановки опорных конструкций «ног».

Задачи:

1. Проанализировать литературу по данной теме. Познакомиться с видами шагоходов.
2. Построить 3Д модель, рассчитать и объяснить кинематическую схему.
3. Изготовить модели шагоходов и создать модель, которая сможет стабильно
4. Провести анализ полученных результатов.
5. Сконструировать платформу, передвигающуюся посредством перестановки опорных конструкций ног.

Обзор аналогов:

Со времён изобретения Джеймсом Уаттом паровой машины стояла задача построения шарнирного механизма, переводящего движение по окружности в прямолинейное движение.

Шагоход Янсена:

Автором была выбрана кинематическая схема конечности, имеющая 1 степень свободы и состоящая из 7 подвижных звеньев (5 отрезков и 2 треугольника).

Шагоход Чебышёва:

Механизм Чебышёва был изобретён в XIX веке русским математиком Пафнутием Чебышёвым, проводившим исследования теоретических проблем кинематических механизмов. Одной из таких проблем была проблема преобразования вращательного движения в приближённое к прямолинейному движению.

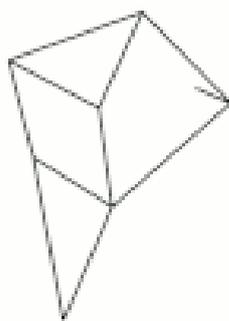


Рисунок 1. Шагоход Янсена

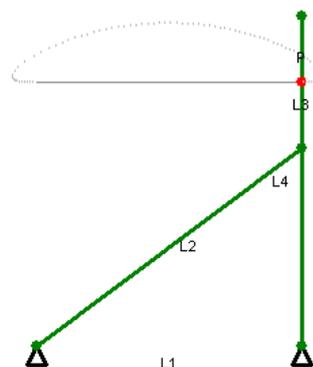


Рисунок 2. Шагоход Чебышёва

Целевая аудитория проекта: Наша целевая аудитория учащиеся общеобразовательных учреждений, изучающих механику и кинематику.

Используемые материалы, методы и оборудование.

1. Для создания деревянных частей шагохода: Экологически чистый материал – фанера 4 мм, клей, навыки работы с фрезерным станком с числовым программным управлением, навыки работы в программе КОМПАС-3D, SheetCam, CNC USB Controller

2. Для создания пластмассовых частей: Навык работы с 3D принтером, навык работы в программе КОМПАС-3D, Cura, XYZ PRINTING.

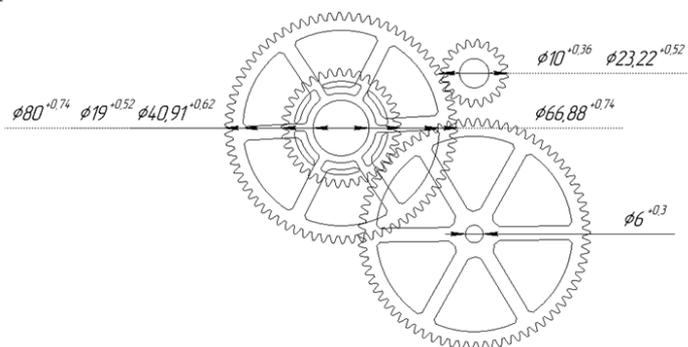
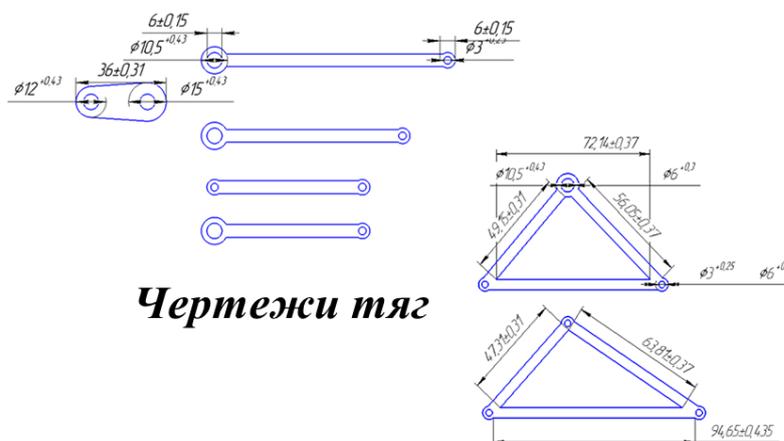


Рисунок 3. Понижающий редуктор



Чертежи тяг

Рисунок 4. Чертежи тяг

Представление этапов исследования.

Изучив литературу, мы решили сконструировать первую, пробную модель

шагохода. Мы нашли чертеж в интернете, решили реализовать его, но коленвал этой модели был неверно сконструирован. В конструкции не хватало механизма для запуска шагохода.

У второй модели было 4 ноги, усовершенствовали коленвал, так же сделали более прочную конструкцию за счет дополнительных тяг. Добавили мотор для движения шагохода, но не смотря на это конструкция получилась не устойчивой, переваливалась на бок.

В 3 модели сделали 8 ног, благодаря которым конструкция стала устойчивой, модель перестала заваливаться на бок. Шагоход мы оснастили шестерней, за счет которой, мы в будущем, установим редуктор.

Мы приступили к разработке редуктора, который представлял собой набор шестеренок, передаточное число которого 1:7. В механизме применен понижающий редуктор, позволяющий увеличивать силу двигателя, понижая обороты коленчатого вала.

4 модель стала конечной конструкцией. В ней были добавлены дополнительные тяги, коленвал был усовершенствован и распечатан на 3д принтере. В этой конструкции учтены все недостатки предыдущих трех и мы считаем ее наиболее удачной. В работе мы исследовали характер движения шагоходов разнообразной конструкции. Всего изучен и описан характер движения 4 моделей шагоходов. С поставленной задачей справились.

Представление результатов исследования.

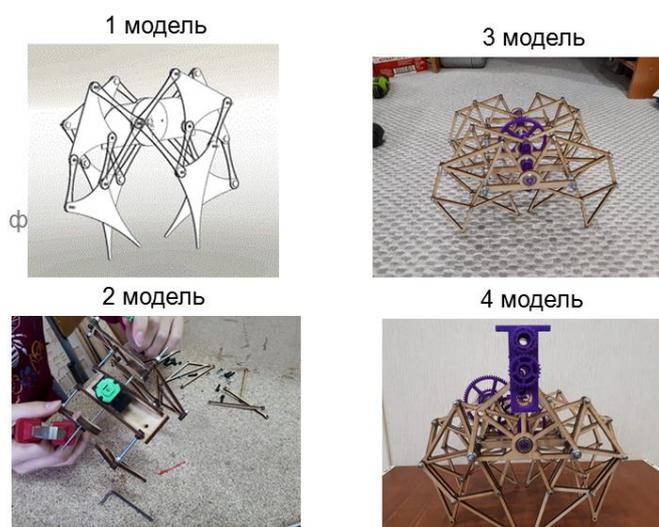


Рисунок 5. Результаты исследования

Заключение: Мы сконструировали платформу, передвигающуюся посредством перестановки опорных конструкций ног по мотивам Тео Янсена.

Выводы и предложения по внедрению результатов: Наши исследования могут быть использованы на уроках физики при изучении раздела «Механика», на занятиях по инженерной направленности «Авиамоделирование», «3D – моделирование». Созданная на основе практической части компьютерная презентация с фото, видеоматериалами и чертежами поможет школьникам

быстрее понять сущность изучаемых конструкций. Создание серии уникальных шагоходов как макеты животных.

Имея чертежи данной модели, мы можем выполнить изделие большего размера.

Стоимость реализации проекта

Наименование	Кол-во/цена	Итоговая цена
3д печать	64,17+125+274,63	463,8
Подшипники	6+2+5*50	650
Гайки 3 мм	50шт*1,22	61
Гайки 6 мм	26х1,6	42
Шпильки 6 мм	2х50	100
Винты 3 мм	50шт*1,2	60
резиномотор	30г*8,5	260
Длина реза заготовка	19.782*25 1х140	500 140

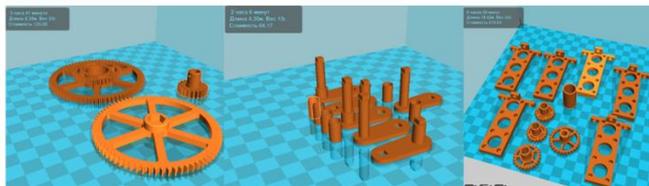


Рисунок 6. Стоимость реализации проекта

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <https://3dtoday.ru/we-print/shagokhod-po-motivam-teo-yansena>
2. <https://www.popmech.ru/design/474712-boevye-shagohody-so-stranic-fantastiki-v-reality/>
3. <https://otr-online.ru/programmy/segodnya-v-rossii/novosti-tehnologii-gigantskii-24153.html>
4. <https://polymus.ru/ru/events/exhibitions/teo-yansen-kineticheskaya-zhizn-peschanyh-plyazhey/>
5. 3D-моделирование в КОМПАС-3D версий v17 и выше. Учебное пособие для вузов Автор(ы): Чагина А. В., Большаков В. П.
6. КОМПАС-3D для студентов и школьников Черчение, информатика, геометрия Автор(ы): В. Большаков

ВИБРОВЕТРОГЕНЕРАТОР

Дель Дарья

МБОУ Технический лицей № 176 Карасукского района Новосибирской области, 10 класс

*Научный руководитель: Шаравин Александр Владимирович,
педагог дополнительного образования*

Обоснование актуальности и практической значимости выбранной темы.

Наше устройство может разворачиваться против ветра. Энергия ветра преобразуется в механическую. Ветер разгоняет пропеллер, который в свою очередь приводит в движение редуктор, который активизирует движение механизма подъема шариков. Шарик, поднимаясь вверх башни, падает с нее на площадку, создавая колебания, которые отпугивают грызунов и змей.

Созданная модель может применяться на садовых участках с целью отпугивания змей и грызунов, а также как садовые украшения.

Цель:

Создать периодические низкочастотные колебания почвы для отпугивания змей и грызунов на садовом участке с помощью энергии ветра.

Задачи:

3. Познакомиться с видами виброгенератора и ветряными турбинами.
4. Изготовить тестовые модели виброветрогенератора.
5. Провести анализ полученных результатов.

Обзор аналогов

Механический: Исходя из этого все орудия лова грызунов подразделяются на 2 группы: капканы-давилки и ловушки-живоловки однократного или многократного действия.

Биологический: Высушенные или жидкие культуры микробов добавляют к пищевой приманке (тесту или сухарям) для грызунов, обитающих в городах, или пропитывают жидкой культурой микробов зерно для борьбы с грызунами в полевых условиях.

Химический: Сущность этого метода сводится к отравлению грызунов химическими веществами, специально отобранными для этих целей и именуемыми ратицидами.

Ультразвуковой: Благодаря особым звуковым вибрационным излучениям, которые издает отпугиватель, змеи в состоянии паники пытаются покинуть место обитания.

Вибрационные отпугиватели: Модель вибрационного отпугивателя формирует вибрации напрямую- корпус вибрирует и колебание передается в почву.

Целевая аудитория проекта:

Данная разработка может использоваться среди фермерских хозяйств, садовых обществах.

Используемые материалы, методы и оборудование.

- Для создания деревянных частей: Экологически чистый материал – фанера 4, 5 мм, клей, навыки работы с лазерным станком, навыки работы в программе КОМПАС-3D, Corel, Corel-lazer.
- Для создания пластмассовых частей: Навык работы с 3D принтером, навык работы в программе КОМПАС-3D. Материалы: клей Столяр 10 г, PETG пластик 500г, подшипники 9 шт, фанера 4, 5 мм.

Этапы выполнения проекта:

Для осуществления проекта был создан эскиз будущего изделия, после чего приступили к его проектированию. Смоделировали пропеллер, используемый в ветрогенераторах. Диаметр нашего пропеллера составил 500 мм, шаг-12мм. Передачу механической энергии от ветряного колеса до вибратора осуществляется с помощью редуктора. Выбор пал на редуктор, используемый в ветряной мельницы, который представляет собой механизм, понижающий обороты и повышающий крутящий момент. В конструкции используется

угловой редуктор с передаточным числом 5,5 состоящий из двух дисков, в которых размещены цилиндрические деревянные зубья. Первый диск 30 мм и 9 зубьев, установлен на валу ветряного колеса. Второй диск имеет диаметр 150 мм и 50 зубьев, установлен на оси вращения всей установки. Для данного редуктора мы сделали фюзеляж, в котором разместили подшипники оси поворота.

Так как, ветер изменяет свое направление, модель должна поворачиваться против него, для этого мы на фюзеляже модели установили киль и разработали ось поворота. Данная ось выполняет роль не только поворота, но и передачи энергии от корпуса до второй ступени редуктора. Данную ось разместили в верхней башне.

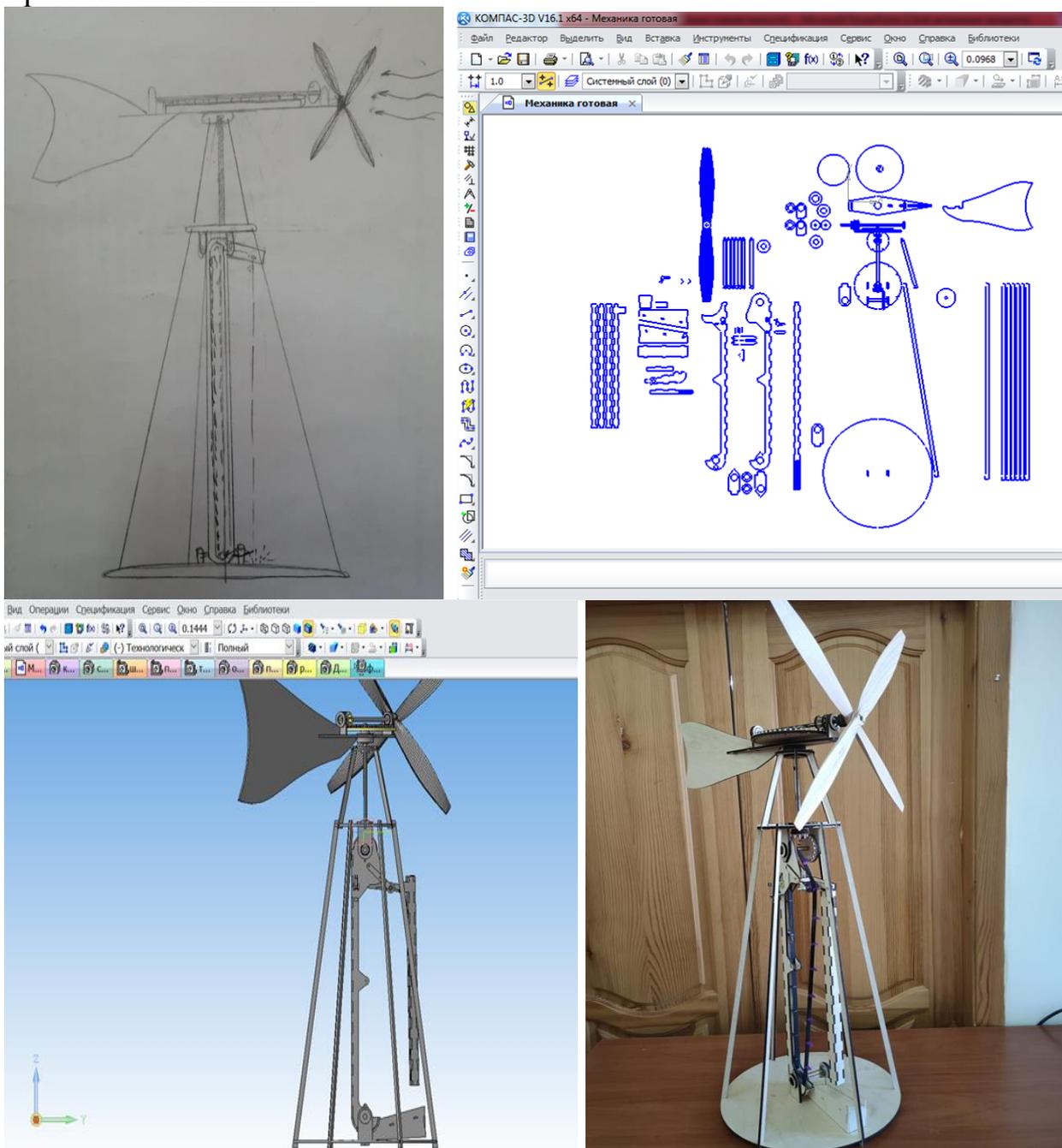


Рисунок 1. Модель виброветрогенератора и чертежи

Вторая ступень редуктора, расположена в нижней башне и представляет собой угловой редуктор с передаточным отношением 1:2, 9 зубьев и 18 зубьев на

ведомой шестерни. Ведомая шестерня на оси диаметром 10 мм. На ней установлено зубчатое колесо для привода зубчатого ремня. Длина нашего ремня составила 113 мм. Ремень такой длины мы не смогли найти в нашем городе, поэтому мы приобрели зубчатый ремень шириной 15 мм и длиной 1000мм. Отрезали нужную длину и разрезали вдоль, а затем склеили ремень. Для этого на одном конце ремня мы срезали зубья, а на втором конце срезали верхнее покрытие, для склеивания использовали клей момент.

Затем, мы смоделировали и распечатали лопатки для транспортера и закрепили их на зубчатом ремне с помощью канцелярских скрепок на расстоянии 5,6 см. Данный ремень расположен в шахте, которая служит для направления движения шариков. В верхней части шахты установлен механизм натяжения ремня, который представляет собой подпружиненный ролик на двух подшипниках. Также в шахте расположен механизм выброса шариков, который представляет собой подпружиненный рычаг. Он служит для того, чтобы шарик достигая выхода из шахты выталкивался с помощью рычага. Шарик, выкатываясь на платформу катится в туннель, где разгоняется и падает на площадку вибратора.

Механизм построен следующим образом. Шарик, падая на площадку, создает колебания. Когда шарики скатываются в приемник, затем, лопатка транспортера катит шарик по шахте на верх, где шарик выкатывается с транспортера и движется в место сброса.

Таблица 1.

Стоимость реализации проекта

№	Наименование	Количество	Цена	Итого
1	Фанера	1,7 м ²	700руб/2,3	517 руб.
2	Деревянные палочки	1 упаковка	59 руб.	59 руб.
3	Подшипники	12 шт.	50 руб.	600 руб.
4	Пружины	2 шт.	20 руб.	40 руб.
5	Гайки 3мм.	6 шт.	1,22 руб.	7,32 руб.
6	Болт 5 мм.	1 шт.	10 руб.	10 руб.
7	Винт 3 мм.	5 шт.	2 руб.	10 руб.
8	Гайка 5 мм.	3 шт.	2 руб.	6 руб.
9	Валы	4 шт.	100 руб.	400 руб.
10	Ремень	1 м.	628 руб.	628 руб.
11	Шарики	6 шт.	10 руб.	60руб.
12	РЕТГ пластик	13 г.	2,5 руб./г.	32,5 руб.
13	Работа принтера	13 г.	10 руб./г	133,32 руб.
14	Стоимость реза	37,860 м.	27 руб./м.	1022,22 руб.
15	фрезеровка пропеллера	9,2 дм ²	300руб/дм ²	2760 руб.
16	Стоимость работы	84 ч.	60 руб./час	5040 руб.
Себестоимость				11 325,36 руб.
Итого				16 365,36 руб.

Перспективы развития проекта:

- Так как в нашей конструкции используются материалы, подверженные разрушению погодными условиями, поэтому в дальнейшем развитии необходимо заменить деревянные узлы на пластиковые или использовать специальные средства для защиты дерева.
- Использовать наше устройство, как оригинальный элемент ландшафтного дизайна.
- Наши исследования могут быть использованы на уроках физики при изучении раздела «Механика», на занятиях по инженерной направленности «Авиамоделирование», «3D – моделирование».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <https://www.solarhome.ru/basics/bas-wind/wind-energy-basics.htm>
2. <https://mirenergii.ru/energiyavetra/vetrogeneratoriy-samodelki.html>
3. <https://dacha.help/sadovyyiy-dekor/otpugivateli-zmey-na-dache-svoimi-rukami>
4. <https://tcip.ru/blog/wind/printsip-dejstviya-i-raboty-vetrogeneratora.html>
5. <https://ooooevna.ru/kak-ustroeny-mosnye-promyslennye-vetrogeneratoriy/>
6. <https://altshop.in.ua/blog/ustrojstvo-vetrogeneratora-kak-rabotaet-i-skolko-energiy-mozhet-generirovat>

РАЗРАБОТКА БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА (КВАДРОКОПТЕРА) НА БАЗЕ ПЛАТЫ ARDUINO

Мицкевич Артём

МБОУ БГО Борисоглебская гимназия № 1, г. Борисоглебск Воронежская область, 10 класс

*Научный руководитель: Степаненко Ольга Владимировна,
учитель информатики*

Всё большую популярность приобретают мультироторные летательные аппараты – квадрокоптеры. Они находят своё применение в различных сферах жизни человека. Дроны применяются в промышленности, спасательных работах, строительстве, аэросъёмке, в военных целях и т.д.

К сожалению в современных реалиях в большом разнообразии дронов очень сложно найти для себя что-то качественное, лёгкое в обслуживании и многофункциональное. Рынок предлагает очень дорогие и сложные промышленные дроны, а также большое количество некачественных маленьких необслуживаемых дронов, а также в продаже есть комплекты для сборки и требующие больших знаний при настройке и полетах.

Мультикоптер — летательный аппарат, построенный по вертолётной схеме, с тремя и более несущими винтами. Сборка квадрокоптеров относится к авиамоделизму. Авиамоделизм – это конструирование и постройка моделей летательных аппаратов в технических или спортивных целях.

Сказанное выше подтверждает **актуальность** избранной темы прикладного проекта «**Разработка беспилотного летательного аппарата (квадрокоптера) на базе платы Arduino**» является актуальной.

Цель работы: разработка и изготовление действующей (летающей) модели модульного качественного и многофункционального квадрокоптера на базе платы Arduino.

В соответствии с целью были сформулированы следующие **задачи**:

1. Изучить особенности работы с инженерным контроллером Arduino Nano.
2. Подобрать комплектующие для сбора данных о контролируемых параметрах управления квадрокоптером.
3. Подобрать исполнительные системы: моторы, регуляторы оборотов;
4. Разработать инженерное решение для прокладки коммуникаций между основными узлами системы на базе платы Arduino Nano.
5. Создать 3D модель корпуса квадрокоптера и напечатать её на 3D принтере.
6. Изучить язык программирования Arduino IDE и написать программный код (скетч) для управления квадрокоптером.
7. Провести испытания устройства в реальном режиме, внести корректировки и дополнения.
8. Обработать результаты исследования, сделать выводы и подготовить презентационный материал.

Для решения поставленных задач использовался комплекс **методов**: изучение и анализ литературы по проблеме исследования, в том числе из сети Интернет, сбор информационного материала, его анализ; разработка инженерного решения квадрокоптера (чертежи, 3D-модели, рабочий прототип); обобщение, сравнение, эксперимент; формулирование выводов по результатам исследования.

Краткое описание проекта

Разработка беспилотного летательного аппарата (квадрокоптера) на базе платы Arduino по авторским чертежам из следующих материалов: полипропиленовые трубы, PLA пластик, оргстекло. Созданный в процессе работы над проектом квадрокоптер на базе платы Arduino официально зарегистрирован в Росавиации и может официально использоваться в воздушном пространстве России.

Функциональность и новизна проектируемого изделия

Новизна проекта заключается в разработке беспилотного летательного аппарата (квадрокоптера) на базе платы Arduino полностью по авторским чертежам. На первом этапе работы над проектом был осуществлен анализ и подбор всех необходимых компонентов для создания квадрокоптера.

Таблица 1.

Перечень использованных компонентов

Материал	Количество	Цена в рублях
Полипропиленовые трубы	2 м	50.00
Клей момент	1/10 тюбика	5.00
Крепление для трубы	20 шт.	5.00

Моторы 2212	4 шт.	140.00
Регуляторы оборотов	4 шт.	200.00
Плата Arduino Nano	1 шт.	120.00
Плата распределения питания	1 шт.	80.00
Пропеллеры	2 комплекта	200.00
Приёмник Fly sky i6	1 шт.	800.00
Демпфирующие баллоны	8 шт.	5.00
Гироскоп MPU 6000	1 шт.	60.00
Преобразователь напряжения	1 шт.	160.00
FPV камера	1 шт.	1200.00
FPV передатчик	1 шт.	700.00
PLA пластик	600 г	600.00
Соединительные провода	40 шт.	100.00
LiPo аккумулятор mah 4200	1 шт.	2000.00
Итого:		7665.00

Таблица 2.

Примерный расчет цены проектного образца

Элементы себестоимости	Сумма, руб.
Сырье и материалы	400.00
Покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты	7265.00
Топливо и энергия на технологические цели	-
Итого: Материальные затраты	7665.00
Основная и дополнительная заработная плата основных рабочих, вспомогательного персонала (обслуживание оборудования и т.п.) интеллектуального персонала	400.00
Отчисления на социальные нужды (30% от заработной платы)	120.00
Расходы на подготовку и освоение производства (включаются только при единичном производстве)	-
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования (Амортизация)	1.30
Общепроизводственные расходы	400.00
Общехозяйственные расходы	-
Итого: производственная себестоимость (сумма статей 1-9)	8586.30
Внепроизводственные (коммерческие) расходы	257.59
Итого: полная себестоимость	8843.89
Прибыль (процент прибыли от себестоимости)	6156.11

Итого: цена продукта (сумма статей 10-11)	15000.00
---	----------

После выбора компонентов было решено собрать первый прототип дрона. Для этого была взята полипропиленовая труба диаметром 20 мм длиной 1 м и отрезаны от неё 4 заготовки длиной по 30 см. Затем был сделан крест для полипропиленовых труб и к нему припаяны заготовки. При помощи клея Момент на одинаковом расстоянии от центра крепления трубы были приклеены крепления для моторов. Затем из корпуса от старой электроники, сделанного из дюралюминия, были изготовлены переходные пластины крепления моторов к трубе. Следующим шагом к плате распределения был припаян коннектор XT60, регуляторы оборотов и к ним моторы.

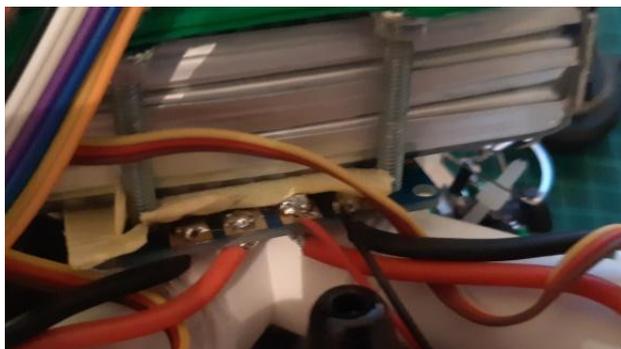


Рисунок 1.



Рисунок 2.

Затем просверлены в кресте 4 отверстия и вставлены в них шпильки М4 и на распечатанную площадку на двухсторонний скотч прикреплен полётный контроллер APM 2.8, аналог Arduino Mega с прошивкой ArduPilot Mission Planer. Затем были изготовлены Шасси из труб и подключен GPS, FPV и приёмник.



Рисунок 3.



Рисунок 4.

После подключения аккумулятора была проведена настройка квадрокоптера в программе Mission Planer.

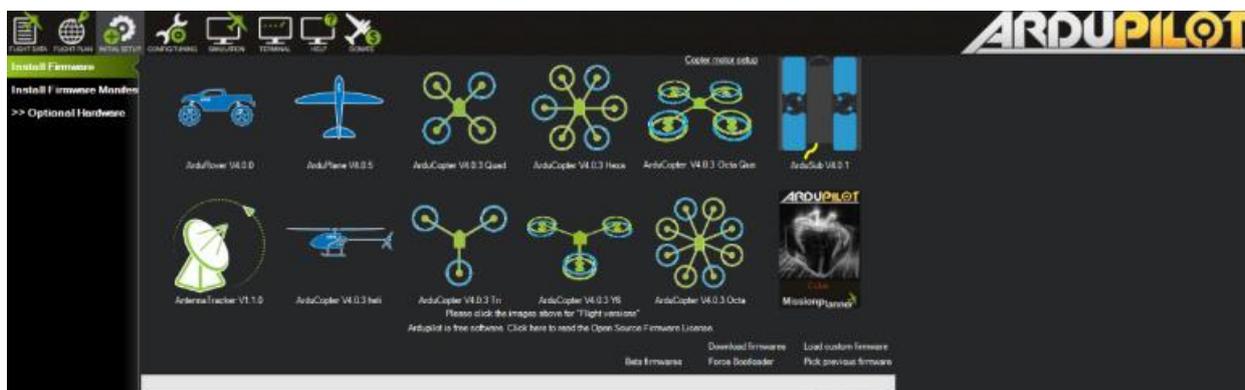


Рисунок 5.

Затем были проведены на поле первые полётные испытания и получены первые выводы о конструкции и комплектующих. Первый прототип показал себя не плохо в воздухе и имел хорошую грузоподъёмность, но были и минусы: плохо показало себя шасси, сделанное из полипропиленовых труб, оказалась недостаточной длина лучей для данных пропеллеров и также явно не хватало корпуса.



Рисунок 6.

После аналитики всех полученных результатов было проведено моделирование корпуса. Для создания 3D модели использовалась программа Fusion 360. В начале была создана модель креста и для основы корпуса выбран параллелепипед. Параллелепипед был разделен на три части. К нижней пластине были добавлены скобы для липучки, что крепить аккумулятор и шасси. На второй пластине сделано место под плату распределения и регуляторы моторов. Затем были созданы окна облегчения и верхняя пластина. После добавлены фаски, отверстия для шпилек и примерное расположение компонентов системы управления квадрокоптера.

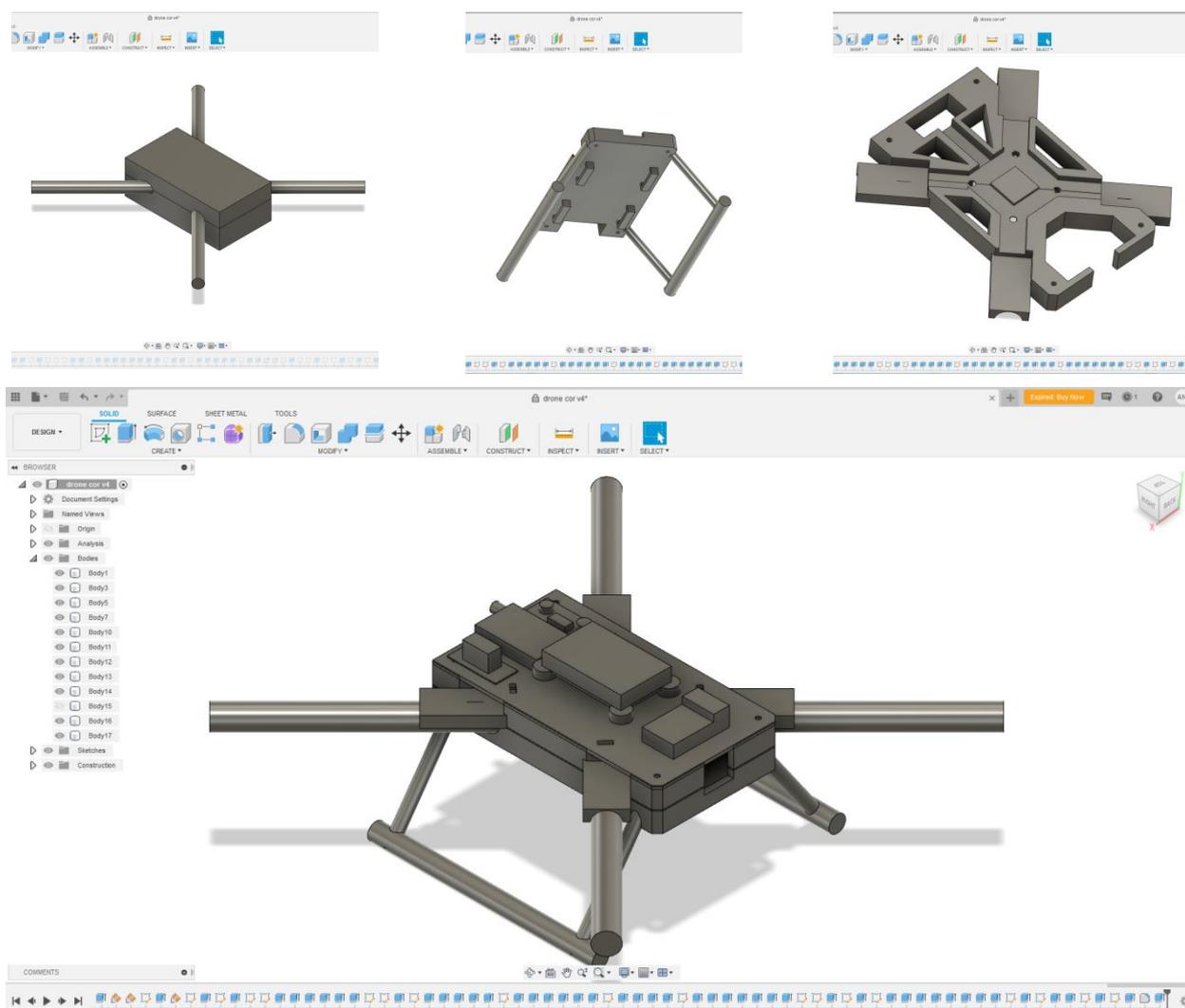


Рисунок 7.

После всех замеров и проверок корпус был напечатан на 3D принтере и осуществлена его сборка. Установка электроники была начата с установки моторов. В корпус, используя паяльник, вплавлены 4 гайки для крепления платы распределения питания. Следующий шаг - залудил плату распределения питания и провода регуляторов. Затем были припаяны выводы с регуляторов моторов и разъём с проводом к плате распределения питания.

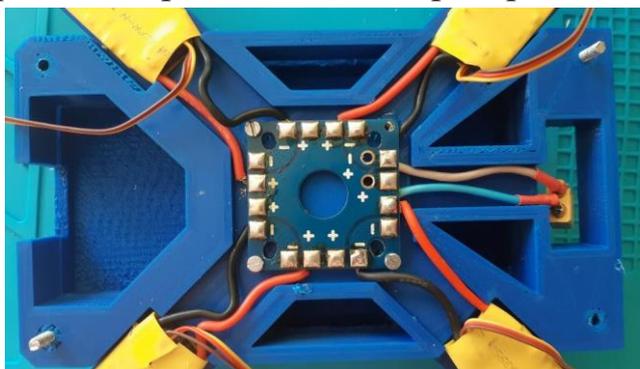


Рисунок 8.

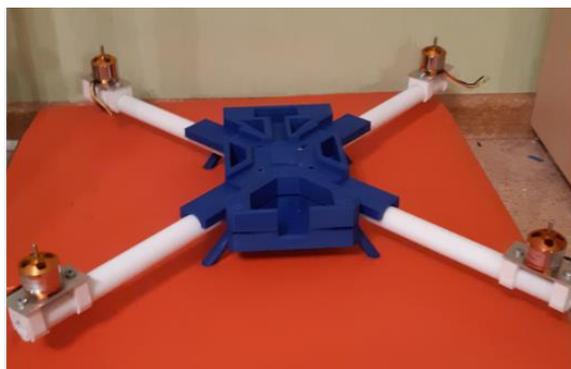


Рисунок 9.

После этих действий вставлен крест в напечатанный корпус. Затем спаяны моторы и регуляторы оборотов и закрыты места соединений термоусадкой.

Верхняя пластина была установлена при помощи шпилек на 4 мм и гаек-барашков. После установки моторов, регуляторов оборотов и платы распределения, т.е. аппаратной части, была установлена управляющая электроника, т.е. микроконтроллер Arduino Nano.

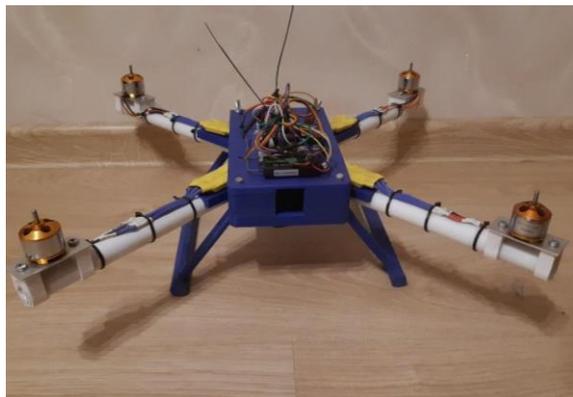


Рисунок 9.

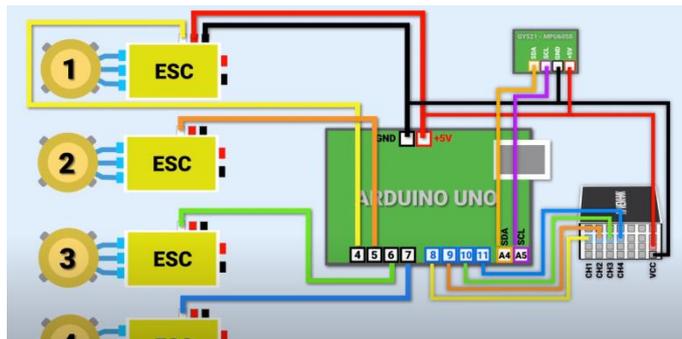


Рисунок 10.

Для создания управляющей электроники квадрокоптера была использована беспаячная макетная плата и соединительные провода. Для управления квадрокоптером использован модуль гироскопа MPU6000 для определения положения квадрокоптера микроконтроллером. Также для питания Arduino использован понижающий модуль питания с подстроечным резистором. После соединения всех модулей был подключен приёмник FlySky. В конце сборки все провода для эстетики были перетянуты стяжками.

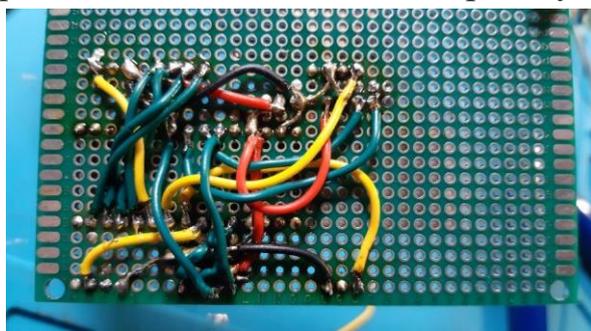


Рисунок 11.

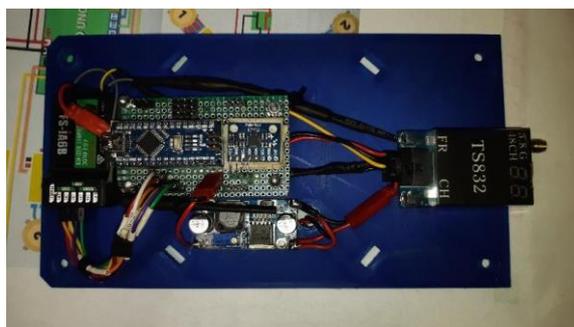


Рисунок 12.

Для написания скетча были изучены алгоритмы управления и получения данных, используя приёмник радиуправления и гироскоп. Затем после сравнения различных готовых решений было принято решение, что процесс настройки лучше разделить на три отдельных скетча. Это экономит память Arduino и повышает стабильность её работы. Скетч «Setup» - настройка и инициализация основных систем дрона. В этом скетче проверяются все системы, т.е. на компоненты системы посылаются тестовые сигналы и проверяются ответы. Все полученные данные сохраняются в энергонезависимую память EEPROM. Вторым скетчем в проекте является калибровка и проверка регуляторов оборотов, так как при калибровке происходит обозначение конечных точек для регуляторов и акселерометра. После выполнения калибровки все данные сохраняются в EEPROM. Третий скетч является основным, в нём прописаны основные алгоритмы работы всей системы. В начале

обозначаются все переменные, затем в первой части самой программы преобразуются, стабилизируются и конвертируются сигналы с аксилерометра. Следующим модулем в программе идут протоколы включения и отключения моторов. И уже раньше идёт расчёт сигналов, которые Arduino подаёт на регуляторы оборотов. После написания скетча все было проверено и прошивка загружена в дрон. После проверки всех систем вновь был проведен успешный экспериментальный полет на поле.

В течение 30 минут полётов на разработанном аппарате была проведена проверка его полётных качеств. После аналитики снятых видео, была определена довольно неприятная проблема созданного квадрокоптера – небольшое потряхивание и нестабильность дрона на одном месте. После обдумывания и прочтения справочной литературы было определено несколько возможных причин. Во-первых, на дроне жёстко к раме закреплён гироскоп, а из-за этого на него передаётся вибрация от моторов. Во-вторых, не был поставлен конденсатор на питание и от регуляторов оборотов в питание могут идти помехи. Эти проблемы были решены следующим образом: гироскоп был расположен на толстом двухстороннем скотче, а также установлен конденсатор на вход питания. Затем следовала установка камеры для системы FPV в подготовленную для её нишу. На верхнюю пластину был установлен FPV передатчик. Потом он был спаян и подключен. После ещё одной проверки плата была спаяна в одно целое. На макетную плату были припаяны коннекторы и Arduino. После этого все было соединено проводами и заизолировано термоклеем, затем все компоненты установлены в корпус и соединены все коннекторы. Из оргстекла была вырезана и склеена крышка для электроники. Для крепления крышки использованы 8 неодимовых магнитов.

26.11.2020 года беспилотное воздушное судно (квадрокоптер) был поставлен на учет в Федеральном агентстве воздушного транспорта (Росавиации). Идентификационный номер квадрокоптера - Z019566.

Заключение

Таким образом, в процессе работы над проектом были изучены особенности работы с инженерным микроконтроллером Arduino Nano; подобраны комплектующие для сбора данных о контролируемых параметрах управления квадрокоптером; подобраны исполнительные системы: моторы, регуляторы



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСАВИАЦИЯ)

УВЕДОМЛЕНИЕ

о постановке на учет беспилотного воздушного судна

Учётный номер	Z019566
Дата постановки на учёт	26.11.2020
Тип (наименование)	Самостоятельной постройки Квадрокоптер - 2
Серийный (идентификационный) номер	---
Максимальная взлетная масса	1,66 кг.
Владелец	Мишкевич Артём Павлович

Уведомление сформировано с использованием средства Системы учета данных о беспилотных воздушных судах, ведение которой осуществляет Федеральное агентство воздушного транспорта в соответствии с Правилами учета беспилотных гражданских воздушных судов с максимальной взлетной массой от 0,25 килограмма до 30 килограммов, введенных в Российскую Федерацию или произведенных в Российской Федерации, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 25.05.2019 № 658.

Начальник отдела государственной регистрации гражданских воздушных судов, прав и сделок с ними Управления инспекции по безопасности полетов

Г.И. Цвелева

оборотов; разработано инженерное решение для прокладки коммуникаций между основными узлами системы на базе платы Arduino Nano; создана 3D модель корпуса квадрокоптера и напечатана на 3D принтере; изучен язык программирования Arduino IDE и написан программный код (скетч) для управления квадрокоптером; проведены испытания устройства в реальном режиме, внесены корректировки и дополнения; обработаны результаты исследования, сделаны выводы и подготовлен презентационный материал.

Функциональность разработанного квадрокоптера: фото- и видеосъемка в течение 30 минут на высоте до 70 метров на открытом воздухе с соблюдением всех правил техники безопасности. Также квадрокоптер является готовым решением для использования его как в коммерческих целях для доставки товаров, наблюдения за объектами, так и для поисковых и спасательных работ. На квадрокоптер могут быть установлены дополнительные датчики для измерения температуры, влажности воздуха и т. п.



Рисунок 12.



Рисунок 13.

Видео полетов: <https://www.youtube.com/watch?v=dtiLJa2DXPE>

Видео демонстрация устройства: https://www.youtube.com/watch?v=_ThqW4pVunU

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белов А.В. Программирование микроконтроллеров для начинающих и не только / А.В. Белов. - СПб.: Наука и техника, 2016. - 352 с.
2. Все о беспилотной отрасли на одном ресурсе [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://russiandrone.ru/publications/perspektivy-primeneniya-bespilotnykh-dronov-v-gornospasatelnom-dele>
3. Монк С. Програмируем Arduino. Основы работы со скетчами. - СПб.: Питер, 2017.
4. Петин В.А. Проекты с использованием контроллера Arduino [Текст] / В. А. Петин. — 2-е изд., перераб. и доп. — СПб.: БХВ-Петербург, 2016. — 464 с.: ил.
5. Шахинпур М. Курс робототехники: Пер. с англ. – М.; Мир, 2010.

РАЗРАБОТКА НОСИМОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ НЕЗРЯЧЕГО ЧЕЛОВЕКА О БЛИЗОСТИ ПРЕПЯТСТВИЙ НА БАЗЕ ПЛАТЫ ARDUINO

Растяпин Данил

МБОУ БГО Борисоглебская гимназия № 1, г. Борисоглебск Воронежская область, 10 класс

*Научный руководитель: Степаненко Ольга Владимировна,
учитель информатики*

Около 15% населения в мире имеет какие-либо формы инвалидности. Каждый день такие люди сталкиваются со множеством проблем, начиная от социализации в обществе, заканчивая адаптацией к условиям современного общества[2].

Сейчас многие государства, а также мировые компании пытаются создать условия для людей с ограниченными возможностями. Уже сегодня существует множество ассистивных технологий (инвалидные кресла, очки, протезы и т. д.), которые помогают людям с признаками инвалидности.

Существуют люди, у которых есть проблемы со зрением. Им могут помочь очки, линзы, операция. Безусловно, эти вещи могут помочь слабовидящим, но что, если человек не видит совсем?

Я задался вопросом: «Какие проблемы устройств для слабовидящих существуют на данный момент?» Проанализировав подобные устройства, я пришёл к выводу, что таких приспособлений достаточно мало и они имеют высокую стоимость.

Сказанное выше подтверждает **актуальность** избранной темы прикладного проекта **“Разработка носимого устройства для предупреждения незрячего человека о близости препятствий на базе платы Arduino”**.

Цель работы: разработка носимого устройства для предупреждения незрячего человека о близости препятствий на базе платы Arduino.

В соответствии с целью были сформулированы следующие задачи:

1. Изучить существующие устройства для предупреждения незрячего человека о близости препятствий.
2. Разработать схемотехнику устройства.
3. Написать программный код (скетч) на языке C++ с помощью компилятора Arduino IDE.
4. Провести испытания устройства в реальном режиме, внести корректировки
5. Изучить материал по проблеме исследования
6. Разработать 3D-модель в программе КОМПАС-3D и напечатать необходимые компоненты для устройства на 3D-принтере.
7. Подвести итоги и подготовить презентационный материал.

Для решения поставленных задач использовался **комплекс методов:** изучение и анализ литературы по проблеме исследования, в том числе из сети Интернет, сбор информационного материала, его анализ; разработка рабочего прототипа устройства; обобщение, сравнение, испытание; формулирование выводов по результатам исследования.

Существующие аналоги

На данный момент существует малое количество устройств, выполняющих функцию ориентации в пространстве, для слабовидящих.

На Рис. 1. изображены очки «vOICe vision» производителя VOICEVISION. Как заявляет производитель очки для слепых, передают изображение звуком через костную проводимость. Позволяют “видеть” пространство не ощупывая, передвигаться и ориентироваться без помощи зрячих на улице и в помещениях. Стоимость данных очков начинается от 140.000 Р.



Рисунок 1. Очки vOICe vision[7].



Рисунок 2. Ультразвуковое устройство RAY[7]

RAY - это небольшое устройство, основанное на ультразвуковой технологии. Этот прибор является дополнением к трости и помогает пользователю с помощью ультразвуковых датчиков заранее заметить предметы и препятствия. Стоимость данного устройства начинается от 24.500Р.

Sunu Band от компании Sunu Inc. - это устройство для слабовидящих, состоящее из одного ультразвукового датчика и браслета, который позволяет держаться датчику на руке. В дополнение к браслету команда разработала мобильное приложение. Стоимость данного проекта начинается от 38.990 Р.



Рисунок 3. Умный браслет Sunu Band[7]

Существует множество различных устройств для слабовидящих. Проанализировав некоторые из них, я сделал выводы, которые помогут мне при создании проекта.

Разработка носимого устройства для предупреждения незрячего человека о близости препятствий

Устройство состоит из корпуса и электронной составляющей. Я проекта я подобрал следующие комплектующие (электронику): ультразвуковой датчик, вибромоторчик, 2 кнопки, провода, плата Arduino Nano, MOSFET-транзистор.

Схема устройства

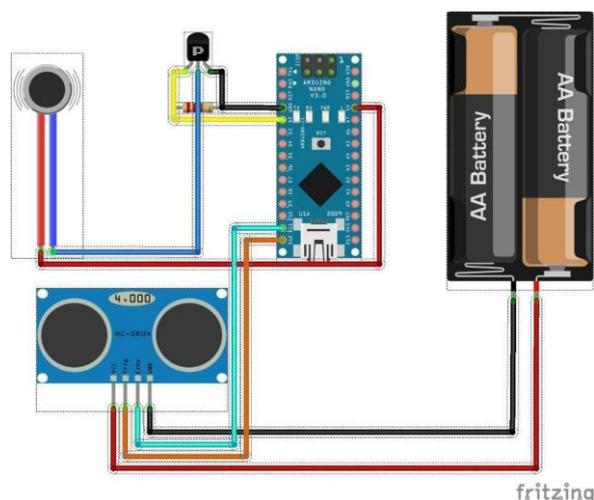


Рис. 4. Схема устройства автора (Fritzing)

Принцип работы устройства

С помощью ультразвукового датчика устройство анализирует расстояние до ближайшего объекта. Микроконтроллер пропорционально переносит значение расстояния из текущего диапазона значений (см) в диапазон частоты вибрации (Гц). То есть, чем ближе устройство находится к объекту, тем выше частота его вибрации или звука.

Программный код (скетч)

```
uint32_t myTimer, myTimer1, myTimer2;
uint32_t myTimer3;
#define tranz 3
#define PIN_TRIG 12
#define PIN_ECHO 11
long duration, cm, chast;
void setup() { pinMode(tranz, OUTPUT);
  pinMode(PIN_TRIG, OUTPUT);
  pinMode(PIN_ECHO, INPUT);
  Serial.begin(9600); }
void loop() { digitalWrite(PIN_TRIG, LOW);
  delayMicroseconds(5);
  digitalWrite(PIN_TRIG, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(PIN_TRIG, LOW);
  duration = pulseIn(PIN_ECHO, HIGH);
  cm = (duration / 2) / 29.1;
  Serial.print("Расстояние до объекта: ");
  Serial.print(cm);
  chast = map(cm, 0, 3500, 100, 3000);
  if (millis() - myTimer3 >= chast) { myTimer3 = millis();
  int x;
  x = 255;
  analogWrite(tranz, x);
  Serial.println(x); }
  delay(250);
  analogWrite(tranz, 0);};
```

Таблица 1.

Смета электронной обвязки

Название компонента	Количество (шт)	Стоимость (руб)
Резистор	2	0,6
Arduino Nano	1	260
Вибромоторчик	1	50
Провода	8	2
Ультразвуковой датчик	1	150
MOSFET-транзистор	1	4,68
ИТОГО:		481,88

3D-модель корпуса устройства

Корпус моего устройства состоит из 3-ех частей: ручка, коробка, крышка. 3D- модели были сделаны в программе Компас-3D. Ниже представлены трехмерные модели этих частей, а также их чертежи.

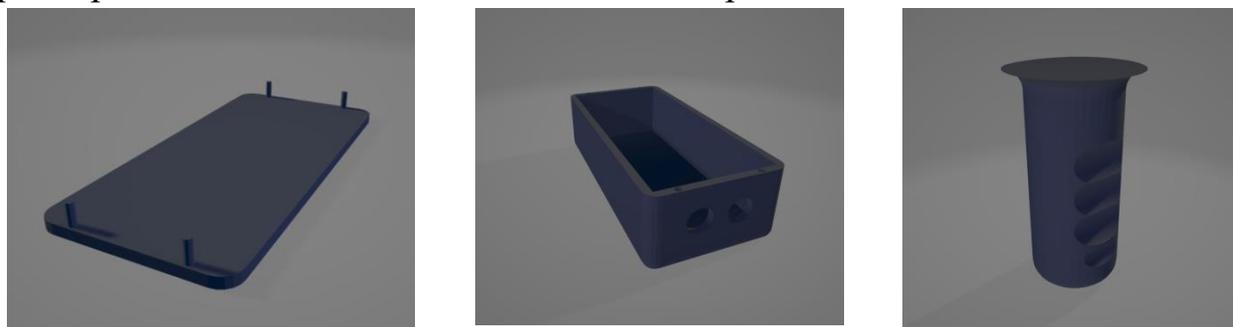


Рис. 5. Фотореалистичное изображение крышки, корпуса и ручки

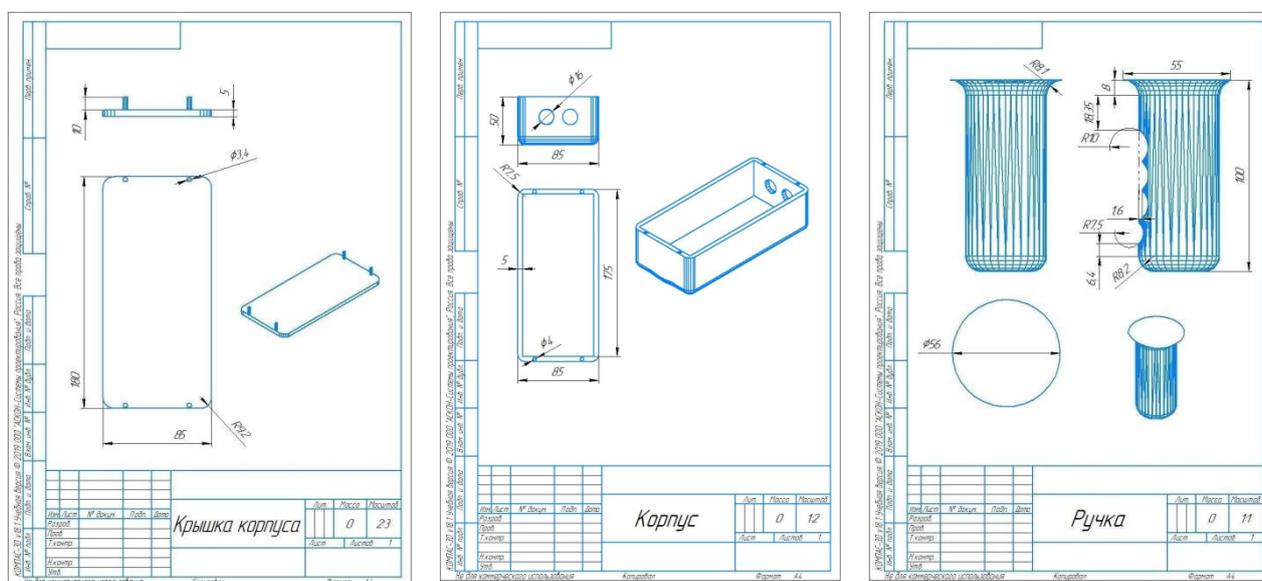


Рис. 6. Чертежи крышки, корпуса и ручки

Апробация устройства

После создания своего устройства, я решил его протестировать. Я имитировал условия слабовидящего человека на себе (закрыв глаза) и начал проверять функции устройства. Устройство выполняет все необходимые функции, но были замечены некоторые недостатки: большой размер, удобство использования крышки, подзарядка и замена аккумулятора.

Так как я имитировал слепоту, а не протестировал устройство на реальном человеке, на данном этапе работы, устройство предназначено для людей только с приобретенной слепотой.



Рис. 7. Вид устройства спереди, сбоку, внутри



Рис. 8. Тестирование устройства

Экономика проекта

Я решил просчитать, какая реальная стоимость моего устройства (в единичном экземпляре), а также узнать срок окупаемости, чистую прибыль, выручку, себестоимость. В ходе расчетов, я выяснил, что оптимальная цена для моего продукта - 3900 рублей.

Стоимость проекта может варьироваться в зависимости от экономических ситуаций в стране потребителя и производителя. Маркетинг рассчитан с учетом данных сервиса Google Ads (Google LLC).

Таблица 2.

Расходы на проект	Сумма, руб.
Материалы и комплектующие	481,68+200(корпус)+1240(аккумулятор)

(единичный экземпляр).	= ~1921,68 *затраты на корпус и аккумулятор могут варьироваться
Закупаемое оборудование.	71 960
Арендные платежи.	21 600/мес.
Стоимость труда персонала	120 000/мес.
Затраты на расходные материалы.	6 380/мес.
Затраты на обучение и стажировки.	21 665/3 мес.
Командировочные расходы.	113 265/12 мес.
Затраты на логистику.	11 800/мес.
Непредвиденные расходы.	31 277,67~/мес.
Маркетинг.	3 570/мес.
Налоги	62 555/мес.
Стоимость проекта	378 402,334/мес.
Чистая прибыль	333 245/мес
Срок окупаемости.	1 год 49 дней

Для вовлечения средств в проект мы можем найти партнеров, привлечь инвесторов, использовать свои средства, взять кредит (самый рискованный вариант). Поиск партнеров: рекомендуется искать в специальных городских сообществах. Например: “Малый бизнес Москвы”. Также возможен поиск на специальных форумах, а также в социальных сетях. Поиск инвесторов: возможен в специальных фондах, а также на различных конкурсах в данной отрасли.

Заключение

В процессе работы над проектом “Разработка носимого устройства для предупреждения незрячего человека о близости препятствий на базе платы Arduino” были выполнены все поставленные задачи: изучены существующие устройства для предупреждения незрячего человека о близости препятствий, разработана схемотехника устройства, написан программный код (скетч) на языке C++ с помощью компилятора Arduino IDE, проведены испытания устройства в реальном времени, изучен материал по проблеме исследования, разработана 3D-модель в программе КОМПАС-3D, а также были подведены итоги и создан презентационный материал.

Таким образом, цель работы достигнута – разработан функционирующий прототип носимого устройства для предупреждения человека с приобретенной

слепотой о близости препятствий на базе платы Arduino. Данное устройство выполняет функцию адаптации человека с ограниченными возможностями здоровья (слабовидящих) к окружающей среде, а именно: определение расстояния до объекта и предупреждения пользователя вибрацией (чем ближе устройство к препятствию, тем сильнее вибрация).

Практическая значимость работы. Созданный в ходе работы над проектом рабочий прототип устройства, базирующегося на базе микроконтроллера Arduino Uno, может использоваться слабовидящими людьми с целью ориентации в пространстве, а также их осведомленности о ближайших препятствиях.

В процессе апробации данного устройства, я пришел к выводу о необходимости сделать компактнее корпус устройства, доработать схемотехнику устройства, скорректировать программный код.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы ATMEL. М. : ДМК-Пресс, 2015.
2. Монк С. Програмируем Arduino. Основы работы со скетчами. СПб.: Питер, 2017.
3. Хуанг Б., Ранберг Д. Arduino для изобретателей. Обучение электронике на 10 занимательных проектах. СПб.: БХВ-Петербург, 2019. — 288 с.: ил.
4. Момот М. Мобильные роботы на базе Arduino. - СПб.: БХВ-Петербург, 2017
5. Аппаратная платформа Arduino [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://arduino.ru/Hardware>
6. Звуковое зрение vOICe vision [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://voicevision.ru/>
7. Каталог товаров для инвалидов [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.smartaids.ru/catalog/>
8. Ассистивные технологии [Электронный ресурс].— Режим доступа: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/assistive-technology>
Всемирная Организация Здравоохранения

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМФОРТНОГО И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ШКОЛЬНЫХ КЛАССОВ

Гинько Валерия, Жидкова Валерия

МБОУ лицей при ТПУ, г. Томск, 10 класс

Научный руководитель: Коржнева Татьяна Геннадьевна,

Отделение материаловедения ИШНПТ ТПУ

Свет для успешного учебного процесса выходит далеко за рамки стандартного освещения (обеспечение только визуальных характеристик). Качественная световая среда определяет пространственное и эстетическое восприятие, настроение, эмоции, межличностное общение и поведение людей,

оказывает влияние на здоровье, благополучие людей и их работоспособность в течение дня [1].

Классные комнаты – центр образовательного процесса. От того, насколько грамотно спроектировано освещение в учебном классе, зависит эффективность работы учеников и их способность к концентрации.

Интенсивность светового освещения и цветовая температура являются двумя основными переменными в системах освещения, используемых для искусственного освещения внутри помещений.

Интенсивность света измеряется в «люксах», 400 люкс по горизонтали на рабочей плоскости на высоте 0,8 м от пола – это минимум, используемый для создания достаточного освещения для учителей и учащихся. Цветовая температура, измеряемая в градусах Кельвина, относится к качеству светового оттенка и варьируется от «холодного» (5000К-7000К) до «теплого» (2500К-3500К) по спектру излучения света.

Современный подход к проектированию световой среды заложен подходом Human centric lighting, который отражен в научных статьях и исследованиях, а также заложен в концепцию изготовления современных световых приборов и систем ведущих фирм-производителей светотехнической продукции.

Одна из возможностей Human centric lighting это биодинамическое освещение, с помощью которого возможно разделять рабочий процесс на фазы работы, когда концентрация ученика на максимуме, и фазы отдыха, во время которых он получает эмоциональную и физическую разгрузку. Подобные разграничения осуществляются за счет изменений цветовой температуры и величины светового потока. Освещение в теплом спектре цветности излучения действует расслабляющее на организм человека, активизирует его гормоны отдыха. Освещение в нейтральном цвете обеспечивает комфортное выполнение текущих задач [2, 3].

Для исследования и моделирования комфортного и энергоэффективного освещения был выбран учебный кабинет (7,4х6.6х3,1м) лица при ТПУ.

Был проведен светотехнический аудит помещения в соответствии с методикой измерения освещенности ГОСТ 24940-2016 «Здания и сооружения» [3]. Измерения параметров осветительной установки производилось с помощью люксметра Люксметр ЭкоЛайт-01 (рис 1).



Рисунок 1. Люксметр ЭкоЛайт-01

Результатами аудита установлено: 1) средняя освещенность на рабочей поверхности (0,8 м от пола) составляет 443 лк, что соответствует нормируемому значению 400 лк [4]; 2) удельная установленная мощность составляет 32,43 Вт/м², при нормируемом значении 16,96 Вт/м² с учетом индекса помещения, что в 1,9 превышает максимально допустимый показатель; 3) общее количество светильников составляет 20 шт общей мощностью 1,6 кВт.

Компьютерное моделирование осветительной установки учебного класса выполнялось в специализированном программном комплексе DIALux Evo, разработанном германским институтом прикладной светотехники (DIAL).

С учетом подхода Human centric lighting для работы были выбраны светодиодные светильники с опаловым рассеивателем и изменяемой цветовой температурой OPL/R ECO LED CF (Световые технологии, Россия). Светильник обеспечивает максимально комфортное освещение и является энергосберегающим, имеет возможность изменения цветовой температуры света в диапазоне от 2700К до 5700К на основе системе управления DALI [4].

Результатом расчета является модель адаптивной световой среды для различных визуальных задач учащихся. К примеру, в момент стандартной рабочей деятельности в нейтральном режиме для организма учащегося следует обеспечить цветовую температуру осветительных приборов на уровне 4000К. В период активного учебного процесса и «мозговых штурмов» продуктивность работы увеличится за счет обеспечения холодной цветовой температуры (5000-6000К). Кроме того, человеческому организму во время работы необходимы и временные интервалы на расслабление, перезагрузку организма. Для этого в помещении устанавливается цветовая температура в преимущественно теплых тонах (2700-3500К) (Рисунок 2, 3).



Рисунок 1. Освещение при холодной цветовой температуре (5000-6000К)



Рисунок 2. Освещение при теплой цветовой температуре (2700-3500К)

Количественные параметры проекта: 1) средняя освещенность на рабочей плоскости составляет 446 лк (рисунок 4); 2) удельная установленная мощность 7,09 Вт/м²; 3) количество осветительных приборов 9 шт. при общей мощности 0,35 кВт.

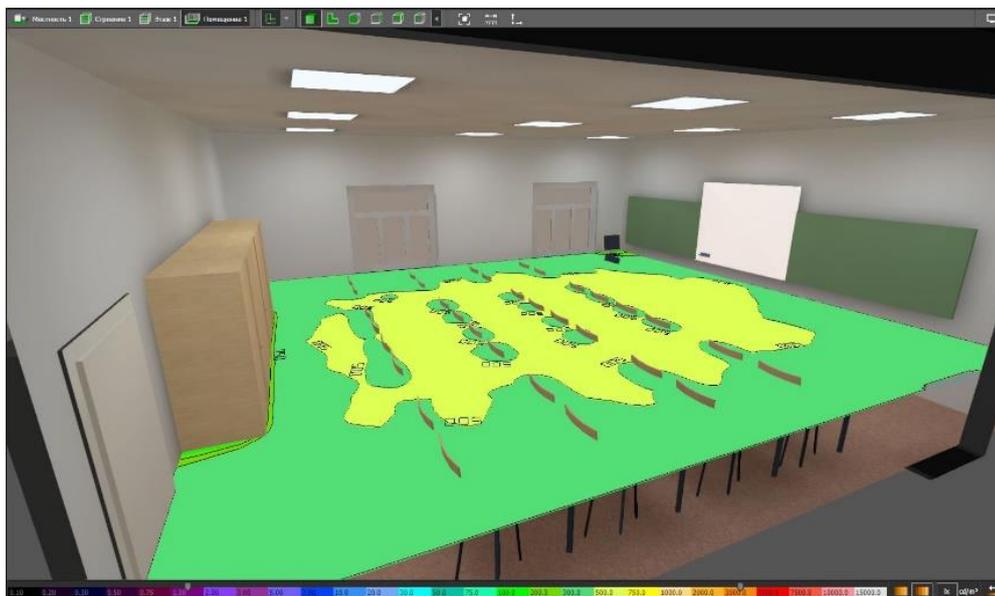


Рисунок 4. Фиктивные цвета. Равномерность распределения освещенности на рабочей плоскости

Организация динамического освещения в школах позволяет повысить успеваемость учеников, снизить эмоциональную и визуальную нагрузку, сократить риски переутомления и физического недомогания, а учителям менять атмосферу в зависимости от текущего задания.

Энергетический и экологический аспекты проекта заключаются в использовании наиболее энергоэффективных источников света и применении способов и средств управления освещением, обеспечивающих меньшее энергопотребление. Это, в свою очередь, позволяет снизить выбросы в атмосферу вредных веществ и уменьшить тем самым загрязнение окружающей среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айзенберг, Ю.Б. Справочная книга по светотехники / Ю.Б. Айзенберг – М.: Знак, 2006. – 972 с.
2. Внукова, О.С. Биологически и эмоционально эффективное освещение. Брошюра // МГК «Световые Технологии», 2014 г. – 15 с.
3. Illuminating the Effects of Dynamic Lighting on Student Learning / Michael S. Mott¹, Daniel H. Robinson, Ashley Walden¹, Jodie Burnette¹, Angela S. Rutherford // – SAGE Open, 2012 – 9 с.
4. ГОСТ 24940-2016 Здания и сооружения. Методы измерения освещенности – М.: Стандартинформ, 2016. – 24 с.
5. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*. – М.: Минрегион России, 2016. – 69 с.
6. Интернет-магазин ООО «МГК «Световые Технологии». Светодиодные светильники с опаловым рассеивателем и изменяемой цветовой температурой [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ltcompany.com/ru/products/types/special-lighting/hcl/opl-r-eco-led-595-cf/opl-r-eco-led-595-ch-cf/>.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВ ПРИМЕНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Ермакова Анна, Пинжина Полина

МБОУ лицей при ТПУ, г. Томск, 10 класс

Научный руководитель: Шестакова Вера Васильевна, ТПУ, Отделение электроэнергетики и электротехники: Доцент

Среди проблем современного мира можно выделить две очень актуальные. Первая – необходимость постоянного увеличения выработки электрической энергии, вторая – экологические проблемы, вызванные, в том числе, работой электростанций. Сегодня выработка электрической энергии непременно сопровождается какими-то проблемами с экологией, даже ветряные и солнечные электростанции наносят вред окружающей среде, птицам, животным. Возможно ли в принципе реализовать абсолютно дружелюбный к природе источник энергии? Если речь идет о выработке в промышленных масштабах, то ответ будет отрицательным. А если необходимо решить проблему с освещением небольшого помещения? Не смотря на то, что мы живем в 21-м веке, такие помещения есть, например, в садовых кооперативах, в небольших деревнях. Частая ситуация, когда жилой дом электрофицирован, а во вспомогательных постройках (сарай, теплицы,..) освещения нет.

Конечно, напрашивается очевидное решение – взять фонарик. У решения есть два недостатка, связанные с использованием батареек. Первый, проблема утилизации. В деревнях разряженные батарейки сдавать некуда, их просто выбрасывают в общий мусор. Второй, при температуре около нуля и ниже батарейки быстро разряжаются, менять их зимой приходится довольно часто.

Цель проекта – сконструировать и собрать устройство для освещения небольших помещений, не требующее особых условий утилизации, со стоимостью меньшей, чем у известных аналогов, способное работать при низких температурах.

Задачи проекта:

- выбрать на основании известной теории и экспериментов наиболее дешевые и эффективные материалы для изготовления гальванической батареи;
- собрать гальваническую батарею с мощностью достаточной для питания светодиодного фонарика;
- провести ряд экспериментов для оценки свойств гальванической батареи.

Обзор аналогов гальванических батарей (ГБ).

Одну из самых мощных ГБ удалось собрать профессору Петербургской медицинской академии Василию Петрову в 1804 г. Он соорудил батарею из 4200 чередующихся цинковых и медных кружков, разделенных тканью и залитых нашатырным спиртом [1]. Напряжение батареи впечатляло – 1500 В, но и габариты были довольно внушительны – 40х200 см. Батарея выполнила свою роль в проведении исследований В. Петрова по созданию электрической дуги. Сегодня подобная батарея вряд ли найдет практическое применение.

В Интернете представлено большое количество разработок на тему «источники бесплатной энергии». Например, в [2] представлено, как известный технический блогер Игорь Белецкий собрал медно-алюминиевую батарею из 12 пар пластин медь-алюминий. Размеры пластины 10x10 см. Выходное напряжение около 8 В. Каждая пара размещена в полиэтиленовом мешке. Авторы считают, что недостатком батареи И.Белецкого является ненадежность «чехлов», полиэтиленовые пакеты всегда пропускают воду.

В [3] рассказывается о графито-алюминиевой батарее. В качестве электродов используются использованный графитовый фильтр для воды и алюминиевые пластины. К недостаткам данной батареи можно отнести большие габариты устройства и нестабильность выходного напряжения, которое очень сильно зависит от степени прилегания алюминия к графиту. В видео наглядно демонстрируется, как при нажатии пальцем на батарею, при изменении положения батареи меняется выходное напряжение.

Целевая аудитория проекта. Устройства, изготовленные по разработанной технологии, могут быть применены для освещения помещений типа сараев и теплиц, а также при создании игровой лаборатории «Юный электрохимик».

Используемые материалы, методы и оборудование.

Критерием выбора электродов для гальванического элемента (ГЭ) может служить известный электродный потенциал металла — это ЭДС между электродом из данного металла и водородным электродом, электродный потенциал которого принят равным нулю. Если знак электродного потенциала положительный, испытуемый электрод является катодом, и отрицательным, если анодом. По таблице 1 можно подобрать наиболее подходящие для работы металлы. Как видно, самое эффективное решение – сочетание пластин из натрия и золота.

Но в данной работе был выбран более экономичный вариант. Для изготовления анода применялся алюминий. Электродный потенциал алюминия отрицателен и равен «-1.66 В». Тогда медь послужит катодом, её электродный потенциал «+0.337 В». Если опустить пластинки из алюминия и меди в электролит и измерить разность потенциалов между ними, то теоретически должно получиться $1.66+0.337 = 1.997$ В. В действительности разность потенциалов будет меньше.

Таблица 1

Характеристики металлов

№	Символ и название элемента	Порядковый номер в т. Менделеева	Электродный потенциал, В
1.	Na Натрий	11	-2.71
2.	Mg Магний	12	-2.37
3.	Al	13	-1.66

	Алюминий		
4.	Mn Марганец	25	-1.18
5.	Cu Медь	29	+0.337
6.	Ag Серебро	47	+0.799
7.	Hg Ртуть	80	+0.854
8.	Pt Платина	78	+1.2
9.	Au Золото	79	+1.7

Алюминиевые электроды изготавливались из банок «Кока-кола». Листовая медь для медных электродов была предоставлена ИШЭ.

При выборе электролита были приняты во внимание его стоимость и безопасность при использовании. Таким образом, наилучшими вариантами для нас являются следующие электролиты: перекись водорода, вода, вода с добавлением соли, вода с добавлением лимонной кислоты и соли. Для определения самого эффективного электролита были проведены опыты – измерение напряжений на выводах ГЭ. Результаты измерений внесены в таблицу 2.

Таблица 2

Зависимость разности потенциалов на ГЭ от вида электролита

Электролит	Напряжение
Перекись водорода	0.781 В
Вода с солью	0,592 В
Вода с лимонной кислотой и солью	0,648 В

При выборе чехла для электродов руководствуемся условиями того, что для большей мощности ГЭ необходима наибольшая площадь электродов. С другой стороны, ГБ должна быть как можно меньше для удобного использования (рис. 1). Исходя из этого, сворачиваем пластины и помещаем их в цилиндрические банки, таким образом, мы добьемся того, что вся батарея в итоге занимает небольшое пространство, а площадь пластин является оптимальной для выполнения поставленных задач.

В качестве проницаемой мембраны между электродами использовалась обычная бумага. Расстояние между электродами примерно равно 110 мкм, что соответствует толщине бумаги.

Этапы выполнения проекта. На первом этапе реализации проекта был проведен выбор материалов для электродов (медь-алюминий) и выбор электролита – перекись водорода.

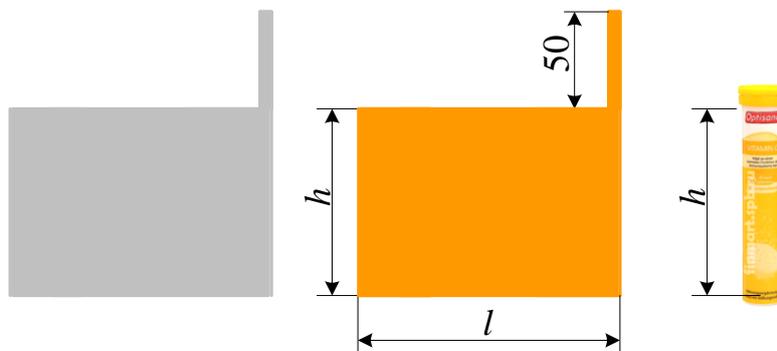


Рис. 1. Форма и размеры электродов

В ходе второго этапа была собрана ГБ и проведены тестовые испытания, в ходе которых выяснилось, что для стабилизации напряжения необходимо установить дополнительное устройство. Суммарное напряжение 4-х ГЭ составляет 2 – 2.5 В. Минимальное напряжение, при котором начинает ярко светиться светодиод, равно 3 В. Итак, напряжение надо повышать. Обычно это делается с помощью трансформаторов. Но, как известно, трансформаторы преобразуют только переменное напряжение. Тем не менее, постоянное напряжение тоже можно повысить за счет применения двух элементов: дросселя и трансформатора.

Устройство, повышающее слабое напряжение гальванических элементов до порогового значения напряжения светодиодов, известно под названием «Джоуль-Вор» (рис. 2). Схема работает следующим образом. При запуске ток I течет через резистор R , вторичную обмотку Дросселя Др и переход база-эмиттер транзистора Тр. Это делает транзистор проводящим, позволяя току течь через первичную обмотку дросселя. За счет тока индуцируется напряжение во вторичной обмотке, которое делает транзистор еще более проводящим за счет увеличения тока смещения. В результате переход коллектор-эмиттер эквивалентен замкнутому переключателю с почти нулевым сопротивлением. Когда первичная обмотка подключена таким образом к клеммам батареи, ток увеличивается со скоростью, пропорциональной напряжению питания, деленному на индуктивность дросселя.

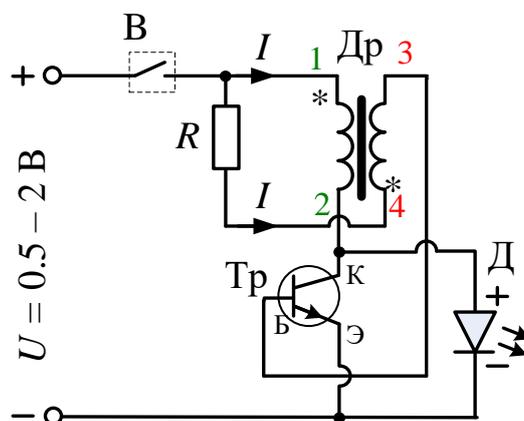


Рис. 2. Электрическая схема устройства «Джоуль-Вор»
Б – база, Э – эмиттер, К – коллектор

Мощность – это самый главный параметр любой установки, предназначенной для выработки электрической энергии. Мы определили мощность батареи следующим образом. Измерили напряжение холостого хода (ХХ) $U_{xx} = 6.2$ В и ток при коротком замыкании (КЗ) $I_{кз} = 45$ мА. Потом подключили нагрузку. Снова измерили рабочее напряжение, получили 4.9 В.

Построили внешнюю характеристику по двум точкам U_{xx} и $I_{кз}$. Провели горизонтальную прямую на уровне рабочего напряжения до пересечения с внешней характеристикой. Построили вольт-амперную характеристику также по двум точкам (первая точка имеет координаты 0;0). Из точки пересечения опустили перпендикуляр на ось токов, нашли рабочий ток $I_{раб} = 32$ мА.

Таким образом, мощность ГБ равна $P = U_{раб} \cdot I_{раб} = 160$ мВт.

Результат проектирования. Гальваническая батарея из 4-х гальванических элементов с выходным рабочим напряжением около 5 В. Размеры батареи – цилиндр диаметром 9 см, высотой 20 см. В качестве электролита используется перекись водорода с температурой замерзания минус 30 градусов.

Заключение. В данный период рост цен по стране очень велик, в том числе и плата за электроэнергию. На частных участках кроме освещения жилого дома также есть необходимость в освещении вспомогательных помещений, Например, таких как сарай, вольеры для домашних животных, хозяйственное постройки, беседки и др. Проведение осветительной сети требует довольно больших расходов, которые затруднительны для большей части населения. Поэтому сейчас наш проект актуален, как никогда, с его помощью можно производить освещение таких построек и это будет выгодно с точки зрения финансовой экономии. Себестоимость компонентов для батареи составила около 350 руб.

Выводы. Собранная ГБ обладает достаточной мощностью для питания светодиодного фонарика, не требует особых условий утилизации, имеет стоимость меньше, чем стоимость батареек для питания фонариков, способна работать при отрицательных температурах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петров, Василий Владимирович. – Текст : электронный //Википедия – 2011. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 05.03.2022).
2. Дмитрий Компанец – Графито-алюминиевая батарея. – 2017. – URL: https://www.youtube.com/watch?v=ht_UqOTotU8 (дата обращения: 25.02.2022). – Изображение : видео.
3. Белецкий Игорь Электричество из воды. – 2018. – URL: <https://www.youtube.com/watch?v=nvPCg0Mc4JU> (дата обращения: 25.02.2022). – Изображение : видео.

УМНЫЙ ДОМ

Петров Денис

МБУДО г. Иркутска ЦДТТ, ЧОУ Лицей №36 ОАО «РЖД», 7 класс

Научный руководитель: Рейнгольд Михаил Григорьевич, п.д.о. МБУДО г. Иркутска ЦДТТ; Рейнгольд Григорий Борисович, п.д.о. МБУДО г. Иркутска ЦДТТ.

Введение

Эта работа началась с вопроса: «Можно ли самостоятельно, из доступных компонентов сделать систему «умный дом» по разумной стоимости. Анализ имеющихся компонентов, доступных технологий показал, что решение вполне осуществимо, может быть собрано и опробовано.

Система умного дома позволяет управлять приборами (исполнительными устройствами) с помощью логики автоматки: по изменению входного параметра (температура, срабатывание датчика движения, и т.д.) можно задействовать некоторое исполнительное устройство. Также предусмотрена поддержка голосового управления исполнительными устройствами.

Сейчас IoT и системы умного дома довольно популярны. В итоге было принято решение разработать собственную систему умного дома, которая будет дешевле аналогов и будет собираться из стандартных и доступных компонентов.

Цель проекта: разработать недорогое масштабируемое решение умного дома с голосовым управлением и беспроводным управлением устройствами.

Задачи, решаемые в ходе проекта:

1. Выбор способа удаленного управления.
2. Выбор способа управления управляемыми устройствами.
3. Выбор аппаратной части.
4. Разработка программ.
5. Сборка прототипа.
6. Тестирование прототипа.
7. Финальная сборка.
8. Финальные тесты.

Библиографический обзор

Умный дом (англ. Smart House) - жилой дом современного типа, организованный для комфортного проживания людей при помощи современных высокотехнологичных устройств. Понятие «умный дом» появилось в 1970г и формулировалось так: «Здание, обеспечивающее продуктивное и эффективное использование рабочего пространства». Под «умным домом» подразумевается система, которая обязана распознавать конкретные ситуации, происходящие в здании, и определенным образом на них реагировать. В «умном доме» все подсистемы объединены в единый управляемый комплекс. «Умный дом» - наиболее прогрессивная концепция взаимодействия человека с жилым пространством.

Главная проблема комплектов умного дома - цена. Аналоги по функционалу стоят от 50000 рублей. Еще одна проблема - это установка. Для установки стандартного комплекта надо каждую розетку и лампочку подключать отдельной цепью электропитания в центральный электрический щиток

Функции умного дома:

1. Голосовое, автоматическое и удаленное управление устройствами.
2. Голосовая, текстовая и графическая сводка о погоде с имеющихся сенсоров.
3. С домом можно просто поговорить.
4. Дверной глазок/камера наблюдения на мониторе компьютера или телефона.
5. Умный светильник с изменяемой яркостью
6. Выключатель электрической нагрузки (умная розетка)
7. Универсальный пульт для управления другими устройствами. (позволяет умному дому управлять устройствами через ИК порт, например, телевизор, кондиционер).
8. Модуль климат-контроля
9. Модуль ухода за растениями (автополив и подсветка)
10. Автоматическая кормушка для питомца.
11. Охранный модуль – уведомление с фотографией на электронную почту в случае обнаружения движения.
12. Небольшой медицентр, скажите: «Открой на ivi или открой в браузере» и смотрите видео
13. Web интерфейс и приложение для управления через компьютер или смартфон.
14. Умный гараж (контроль температуры в подвале)
15. Система навигации для робота-пылесоса (избегание мешающих препятствий на основе машинного зрения)

Функции умной дачи (ответвление от умного дома):

Web UI для управления через компьютер или смартфон.

Контроль температуры в доме.

Метеостанция.

Управление подсветкой крыльца.

Автополив в теплице.

Основная часть

Для управления устройствами были выбраны беспроводные решения на основе WI-FI сети. WI-FI имеет достаточную дальность действия, а также используется почти в каждом доме. Использование беспроводных технологий сокращает количество проводов.

В качестве протокола управления устройствами умного дома был выбран MQTT так как:

1. Он доступен и реализован на многих аппаратных и программных платформах.
2. MQTT брокер реализуется очень легко и его можно встроить практически в любую систему.
3. Использование протокола не требует закупки лицензий (бесплатное и открытое ПО).
4. Протокол MQTT способен поддерживать обмен информацией между большим количеством устройств.

Основным компонентом системы был выбран микрокомпьютер Raspberry pi 4, так как он соответствовал следующим требованиям:

1. Доступность.
2. Невысокая цена.
3. Достаточная функциональность.

Кроме того, собирать собственную сборку linux не придется, потому что для Raspberry pi есть готовая и стабильная сборка debian 10 - Raspbian.

Для дополнительных устройств использует распространенные контроллеры от фирмы Espressif, так как они недороги и стабильно работают, а также оснащены модулями Wi-Fi. Кроме того, эти контроллеры имеют небольшие габариты.

За последние полгода была созданы новые и существенно улучшены следующие модули системы:

Центральный модуль. Этот модуль является основным, без него система не работает, модуль выполнен на Raspberry Pi4, установлена система Raspbian Linux (оказалась наиболее стабильной). Центральный модуль работает MQTT сервером, сервером для веб-интерфейса, сервером для приема данных от модулей за пределами локальной сети, а также небольшим медиа-центром. Реализован Web-сервер для управления через интернет и приложения для телефона и ПК.

Модуль автоматической кормушки построен на ESP8266.

Для настройки кормушки используется Web интерфейс. Команды управления принимаются от центральной станции по протоколу MQTT. С помощью WEB камеры отслеживается подход кота к кормушке. Если кот находится в поле зрения камеры, кормушка выдает порцию корма. Кормушка взвешивает корм в миске с помощью тензодатчика, хозяин всегда знает, сколько корма съедает животное. Распознавание объекта «кот» выполнено на микрокомпьютере Nvidia Jetson Nano. Параметры кормления настраиваются (интервал между кормлениями, количество корма). Подача корма из бункера реализована шнековым механизмом с шаговым мотором. Для противодействия заклиниванию используется цикл работы мотора с обратным ходом двигателя.



Рисунок 1. Автоматическая кормушка

Система навигации для робота пылесоса реализована с помощью распознавания объектов камерой, в частности, робота-пылесоса и крупных мешающих объектов. Для этого была натренирована модель YOLOv3 на распознавание робота-пылесоса. Распознавание мусора осуществляется

“вычитанием” фото чистой комнаты из фото грязной комнаты. Управление роботом-пылесосом осуществляется с помощью ИК-порта. Программа распознавания работает на библиотеке ImageAI которая использует tensorflow 2.4.0. навигации работает на отдельном компьютере с дискретной видеокартой Nvidia. Используются робот-пылесос Mamibot и видеокамера с поддержкой RTSP-потока TP-link TAP0. Камера смонтирована на стене в целях максимального охвата убираемого помещения. Модуль ИК управления монтируется рядом с камерой для управлений пылесосом (примерный аналог ранее описанного ИК пульта, отличием является использование большой группы ИК светодиодов для улучшения надежности управления).

Система непрерывно слушает и распознает речь. Чтобы что-то выполнить, надо произнести команду, например, «Артур включи свет». Чтобы что-то найти надо сказать: «Открой в браузере \$что хотим найти\$». Также осуществляется поиск по онлайн кинотеатру IVI для этого надо сказать: «Открой на ivi \$название фильма\$».

Также реализовано управление всеми функциями умного дома через WEB UI и приложение для Android.

В квартире разработанная система используется для управления всем освещением, для прослушивания музыки, поддержания комфортной температуры в комнате, получения информации о погоде, получения фото с улицы. Система с самых ранних версий используется уже около 8 месяцев.

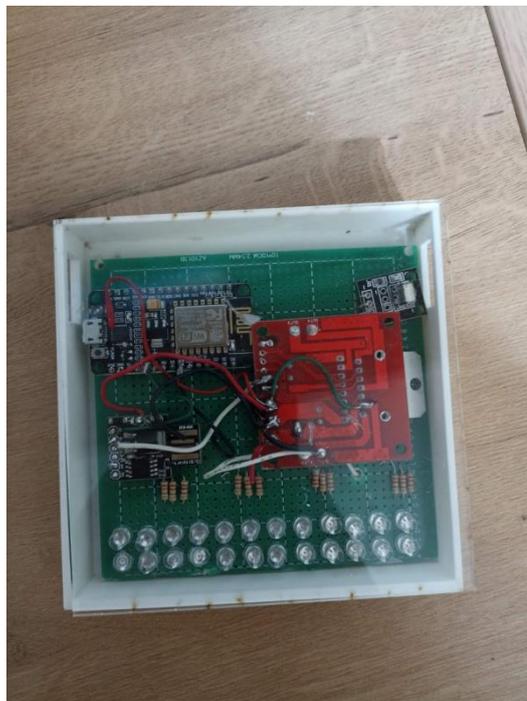


Рисунок 2 – камера и управляющий модуль навигации робота-пылесоса

Заключение

В результате проделанной работы была создана система «Умный дом», которая надежно функционирует и приносит пользу. Была найдена библиотека vidstream которая позволила получить поток с камеры без задержек, что

увеличило скорость анализа видео на сервере и улучшило точность навигации робота-пылесоса. В ходе работы автором были изучены принципы работы библиотеки Tensorflow, keras. Автор изучил работу с библиотеками vosk-api, Google_speech с помощью которых распознается и синтезируется речь. Также усовершенствованы навыки работы с ESP8266/ESP32. Получены базовые знания по машинному обучению и компьютерному зрению. Получены навыки 3D моделирования и печати. Дополнительно к этому автором была освоена работа с анализатором сетевых протоколов Wireshark, который позволяет наглядно и детально отслеживать обмен данными между элементами умного дома, устранять возможные ошибки. В перспективе планируется расширение системы навигации робота пылесоса на всю квартиру, расширение интеллектуальных возможностей голосового управления. Также в разработке находится идея автоматизации добавления модулей в систему на основе диапазонов идентификаторов модулей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. «Умный дом своими руками. Строим интеллектуальную цифровую систему в своей квартире», Тесля Е.В., 2018
2. «Создание умного дома на базе Arduino», Петин В.А., 2018
3. «Умный дом», Богданов С.В., 2005

ВОЛНОВАЯ ПЕРЕДАЧА С ПРОМЕЖУТОЧНЫМИ ТЕЛАМИ КАЧЕНИЯ

Караченцев Николай, Кузь Александр, Крамаренко Матвей

МБОУ лицей при ТПУ г. Томск, 10 класс

Научный руководитель: Беляев Дмитрий Владимирович, ТПУ,

Отделение нефтегазового дела: Старший преподаватель

Введение

Основная цель данной работы – поиск причины, почему передачи с промежуточными телами потеснили червячные передачи, которые благодаря своим достоинствам, давно себя зарекомендовали с хорошей стороны и стали уже традиционными в электромеханических приводах задвижек (рис. 1).

Задвижка – основной инструмент трубопровода, который способен перекрыть поток вещества (вода, нефть и нефтепродукты, пар, газ и др.). Используется в коммунальных сетях, нефтяной и газовой промышленности, а также в других отраслях народного хозяйства

Они различаются по: материалу корпуса, типу шпинделя, материалу уплотнительных поверхностей затвора, типу привода, способу присоединения к трубе.



Рисунок 1. Задвижка

По типу привода задвижки бывают: ручные (Рис. 2а), электромеханические (Рис. 2б), пневматические (Рис. 2г), гидравлические.

Классификация приводов трубопроводной арматуры: возвратно-поступательные, неполнооборотные, многооборотные, местные, дистанционные.



Рисунок 2. Типы приводов задвижек: а) ручной б) механический в) электромеханический г) пневматический

Виды приводов

Неполнооборотные приводы (их так же называют однооборотными или четвертьоборотными) устанавливаются на арматуру и осуществляют закрытие-открытие за счет поворота штока на 90° или на 180° . К такой арматуре относятся краны шаровые, затворы дисковые поворотные и др. Особенность автоматизации неполнооборотной арматуры – это необходимость в большом стартовом крутящем моменте. Это обусловлено конструкцией арматуры, в которой запорный орган плотно прилегает к уплотняющим материалам. С развитием технологий появляются новые конструкции, обеспечивающие

герметичность и при этом уменьшающие трение, на пример дисковые затворы с эксцентриситетом.

Многооборотные электроприводы устанавливаются на шиберные задвижки, запорные клапаны, вентили, а также задвижки с обрешиненным клином. Требования к крутящему моменту многооборотных приводов менее жесткие, чем у неполнооборотных приводов. Трение, возникающее в процессе открытия или закрытия арматуры, практически не влияет на вращение штока. Комбинация электропривода с редуктором отличное решение, позволяющее установить менее мощный, а значит и менее дорогостоящий электродвигатель на арматуру больших диаметров.

Прямоходные электроприводы служат для автоматизации вентилей с гладким штоком, регулирующих клапанов и другой арматуры. Электропривод преобразует вращательное движение электромотора в поступательное движение штока.

Рычажные электроприводы устанавливаются на арматуру, которая управляется исключительно рычажными механизмами: заслонками, жалюзи, клапанами и т.д.

В связи с тем, что работа приводов задвижек основана на непостоянной основе, то наиболее частым решением является червячная передача.



Рисунок 3. Червячная передача

Червячные передачи

Червячной передачей, которая представлена на рис. 3, называется механизм, служащий для преобразования вращательного движения между валами с перекрещивающимися осями. Обычно червячная передача состоит из червяка и сопряженного с ним червячного колеса. Угол перекрещивания осей обычно равен 90° , не ортогональные передачи встречаются редко. Червячные передачи относятся к передачам зацеплением, в которых движение осуществляется по принципу винтовой пары.

Достоинства червячной передачи:

1. плавность и бесшумность работы;
2. компактность и сравнительно небольшая масса конструкции;

3. возможность большого редуцирования, т. е. получения больших передаточных чисел (в отдельных случаях в не силовых передачах до 1000);
4. возможность получения самотормозящей передачи, т. е. допускающей передачу движения только от червяка к колесу.

Недостатки червячных передач:

1. низкий КПД и высокая теплоотдача (именно поэтому передача уместна при использовании в приводах, т.е. данный минус проявляется в меньшей степени);
2. повышенный износ и уменьшенный срок службы;
3. склонность к заеданию, что вызывает необходимость применения специальных антифрикционных материалов для изготовления зубчатого венца червячного колеса и специальных видов смазки с антизадирными присадками, как следствие – сложное и дорогое обслуживание.

Волновые передачи с промежуточными телами

Одновременно с исследованием волновых зубчатых передач в мире постоянно ведется поиск других видов передач, которые обладали бы их положительными качествами, но имеющие более высокие ресурсы и надежность. Одной из них является волновая передача с промежуточными телами качения (ВПШТК), которая изображена на рис. 4. Отличительной особенностью является замена тонкостенного гибкого зубчатого колеса на цепочку тел качения и обойму, в радиальных пазах которой размещены промежуточные тела (шарики или ролики), контактирующие с зубьями жесткого колеса и под действием генератора совершающие волнообразное движение.

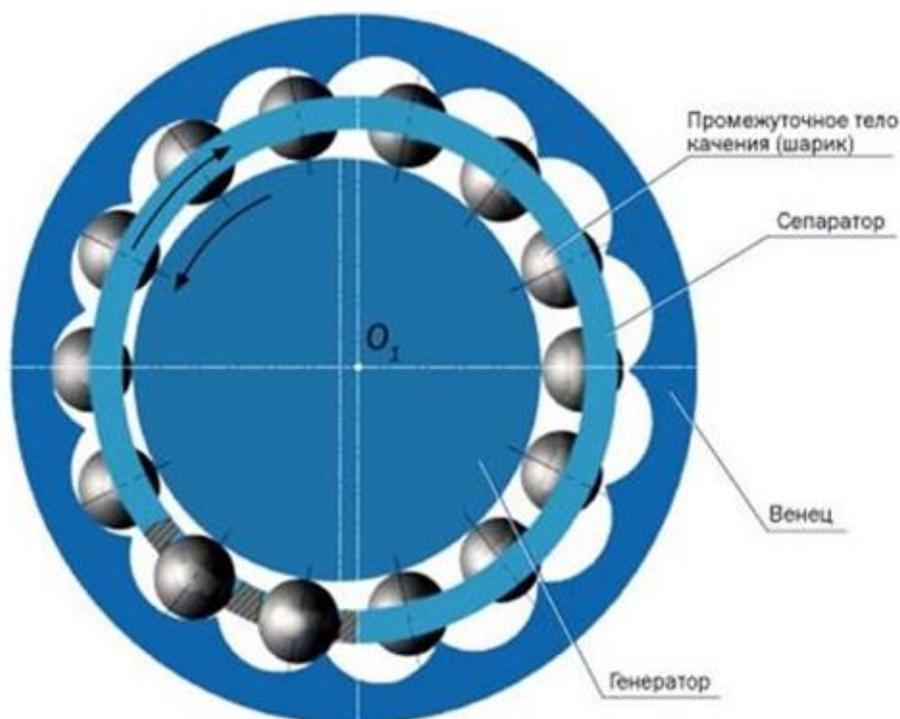


Рисунок 4. Волновая передача с промежуточными телами качения

Сравнение ВПШТК и червячной передачи

Как было указано выше, наиболее часто встречающимися передачами, используемыми в электромеханических приводах задвижек, являются червячные передачи. Однако в последнее время встречаются приводы задвижек, в конструкции которых внедрены ВППТК взамен червячной пары. Производитель заявляет, что КПД такой передачи составляет 85 %. Поскольку методики определения КПД червячных передач широко известны, нами были проведены расчеты с целью определения КПД для трёх вариантов червячной передачи в зависимости от количества заходов червяка. Были получены следующие результаты: при однозаходном червяке КПД получилось 79%, двухзаходный червяк имеет 73%, а четырехзаходный 71%. Таким образом можно сделать вывод о том, что использование ВППТК оказалось более выгодным для использования в электромеханических приводах задвижек.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ И СБОРКА АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

Сухорослов Геннадий, Калашников Кирилл

МБОУ лицей при ТПУ г. Томск, 10 класс

Научный руководитель: Шестакова Вера Васильевна, ТПУ,

Отделение электроэнергетики и электротехники: Доцент.

Современные энергосистемы (ЭС) представляют собой очень сложные технические объекты, объединяющие генераторы, линии электропередачи и потребителей. Одна из важных задач в энергетике – автоматизация процессов управления ЭС путем применения современных цифровых технологий, например, объектно-ориентированного программирования.

Повышение эффективности обучения современным технологиям управления энергетическими системами возможно за счет создания электромеханической мини-модели ЭС, позволяющей наглядно демонстрировать единство процессов выработки, передачи и распределения энергии и управлять объектами с помощью программирования микроконтроллеров. При реализации подобной модели главную трудность представляет модель нагрузки. Обычно в качестве нагрузок в подобных моделях используют обычные лампы. Это самый простой и экономичный способ, но он не дает никакого представления о поведении реальной нагрузки в ЭС, существенную часть которой составляют асинхронные двигатели (АД). Питание модели ЭС планируется осуществлять от сети 220 В через понижающие трансформаторы, бытовая нагрузка будет моделироваться лампами накаливания, а в качестве «промышленных предприятий» будут выступать 3-4 однофазных маломощных АД.

Цель работы: рассчитать параметры и собрать однофазный АД мощностью до 5 Вт.

Задачи проекта:

- рассчитать параметры и размеры однофазного АД исходя из заданной мощности и напряжения питания;
- изготовить детали для АД по рассчитанным параметрам и размерам;
- собрать АД и провести ряд экспериментов, определяющих характеристики изготовленного двигателя.

Обзор аналогов маломощных АД

В результате информационного поиска были найдены маломощные АД. Характеристики самого маломощного АД типа ABLE ML632-2 производства РФ: мощность 250 Вт, напряжение питания 220 В, частота вращения вала 2800 об/мин., номинальный ток 1.8 А, вес 5.5 кг, габаритные размеры 24x12 см, цена 11500 руб. (март 2022 г.).

Самый маломощный АД из зарубежных аналогов XINRUI ML631-2 производится в Китае. Характеристики XINRUI ML631-2: мощность 180 Вт, частота вращения вала 2710 об/мин., напряжение питания 220 В, номинальный ток 1.37 А, вес 4 кг, габаритные размеры 22x12 см, цена 9933 руб. (март 2022 г.).

Двигателей переменного тока промышленного изготовления мощностью до 10 Вт не обнаружено.

Целевая аудитория проекта. Маломощный АД с компактными размерами и малым весом может быть использован в качестве учебного пособия в ВУЗах для студентов направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Наиболее вероятно использование АД при изучении дисциплин «Электротехника», «Электрические машины», а также при выполнении учебно-исследовательских работ, связанных с программированием микроконтроллеров. Кроме того, двигатель будет необходим при реализации электромеханической модели ЭС.

Используемые материалы, методы, оборудование.

Для расчетов размеров и параметров АД применялся метод математического моделирования.

Статор и ротор двигателя изготовлены из листовой стали толщиной 1.5 мм. Пластины статора и ротора выполнены с помощью лазерной резки по изготовленным чертежам. Обмотка статора выполнена медной проволокой в лаковой изоляции диаметром 0.16 мм. Вал ротора изготовлен из стального прута и установлен в подшипники скольжения.

Для определения характеристик АД применялся экспериментальный метод. При запуске АД проводилось непосредственное измерение тока в обмотке статора при различной механической нагрузке.

Описание этапов выполнения проекта.

На первом этапе работы по рекомендациям, изложенным в [1], были рассчитаны параметры и размеры однофазного АД исходя из заданной активной мощности $P = 3$ Вт и напряжения питания $U = 120$ В. Расчетная полная мощность двигателя равна

$$S = \frac{P}{\eta \cos \phi} = \frac{3}{0.25} = 12 \text{ ВА},$$

где $\eta \cos \varphi$ – произведение коэффициентов, учитывающих КПД и коэффициент мощности двигателя.

Внешний диаметр статора рассчитан по формуле

$$D_c = \sqrt[3]{14S} = \sqrt[3]{14 \cdot 12} = 5.6 \text{ см.}$$

Для удобства установки двигателя примем форму статора квадратной, длина стороны квадрата – 5.5 см. Внутренний диаметр статора примем равным

$$D = 0.55D_c = 0.55 \cdot 5.6 = 3 \text{ см.}$$

Длину статора примем равным внутреннему диаметру

$$l = D = 3 \text{ см.}$$

Одно полюсное деление равно

$$\tau = \frac{\pi D}{2} = \frac{3.14 \cdot 3}{2} = 4.8 \text{ см.}$$

Магнитная индукция в воздушном зазоре была предварительно принята $B=4000$ Гс. Тогда величина магнитного потока определится следующим образом

$$\Phi = \alpha B \tau l = 0.72 \cdot 4000 \cdot 4.8 \cdot 3 = 41670 \text{ Мкс.}$$

где $\alpha = 0.72$ – коэффициент для однофазного АД. Размерности величин B и Φ указаны в системе СГС.

Число пазов статора выбирают кратным 6. Для двигателей мощностью до 10 Вт рекомендуется делать 12 пазов в статоре. Из них $z = 8$ пазов для рабочей обмотки, а 4 паза – для пусковой обмотки

Число витков в рабочей обмотке зависит от напряжения и рассчитывается так

$$w = \frac{U 10^6}{2.5 \Phi} = \frac{120 \cdot 10^6}{2.5 \cdot 41670} = 1152 \text{ витка.}$$

Число проводников в пазу рабочей обмотки равно

$$N = \frac{2w}{z} = \frac{2 \cdot 1152}{8} = 288 \text{ витка.}$$

Расчетный ток в рабочей обмотке при нормальных условиях

$$I = \frac{S}{U} = \frac{12}{120} = 0.1 \text{ А.}$$

Сечение провода рабочей обмотки равно

$$s = \frac{I}{\Delta} = \frac{0.1}{5} = 0.02 \text{ мм}^2,$$

где $\Delta = 5 \text{ А/мм}^2$ – плотность тока.

Данному сечению соответствует стандартный диаметр провода $d=0.16$ мм. Сечение паза, необходимое для размещения заданного количества проводников, можно вычислить так

$$S_{\Pi} = \frac{d^2 N}{k_3} = \frac{0.16^2 \cdot 288}{0.5} = 14.7 \text{ мм}^2,$$

где $k_3 = 0.5$ – коэффициент заполнения паза.

При изготовлении сечение паза в статоре должно быть больше, чтобы учесть площадь, занимаемую изоляцией. В качестве изоляции пазов были использованы термоусадочные трубки. Полное сечение паза было принято

$$S_{\Pi} = 23 \text{ мм}^2.$$

Диаметр паза был рассчитан по формуле

$$D_{\Pi} = \sqrt{\frac{4S_{\Pi}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 23}{3.14}} = 5.5 \text{ см.}$$

Конструкция статора представлена на рис. 1. Пазы диаметром 4 мм предназначены для скрепления пластин статора винтами.

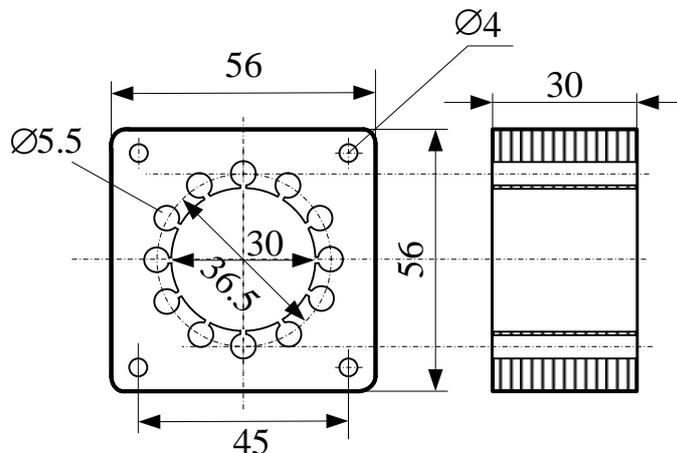


Рис. 1. Статор однофазного АД

Ротор также изготавливается из тонких стальных пластин. Воздушный зазор между ротором и статором принимаем по $\delta=0.3$ мм на сторону. Диаметр ротора

$$D_p = D - 2\delta = 30 - 2 \cdot 0.3 = 29.4 \text{ мм.}$$

Число пазов ротора примем 9. Диаметр паза ротора 3.3 мм. Диаметр вала 5 мм. Длина ротора 3 см. В пазы ротора вложена изоляция и стержни из медной проволоки диаметром 3 мм. На торцах ротора концы стержней соединены путем припаивания к медным кольцам, вырезанным из медной полосы.

Второй этап работы заключался в сборке двигателя и снятии характеристик. Пластины статора и ротора были склеены клеем БФ-2, слой клея выполняет роль изоляции пластин друг от друга для уменьшения наведенных вихревых токов. Обмотки были намотаны ручным способом.

Результат проектирования – действующий однофазный АД с характеристиками: мощность 3.1 Вт, напряжение питания 120 В, частота вращения вала около 2700 об/мин., номинальный ток 0.15 А, пусковой ток около 0.5 А, вес 0.3 кг, габаритные размеры 3x5 см, стоимость материалов и комплектующих 1120 руб.

Заключение. Изготовление первого экземпляра АД мощностью до 5 Вт потребовало больших затрат по времени. Разработанная технология позволяет снизить себестоимость и временные затраты на изготовление следующих образцов. Возможна продажа мини-двигателей в другие ВУЗы в качестве учебных моделей.

Выводы. Характеристики изготовленного двигателя соответствуют заданным исходным данным. Двигатель будет использоваться в качестве нагрузки в обучающей электромеханической модели ЭС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Виноградов Н.В. Как самому рассчитать и сделать электродвигатель. – Москва: Государственное энергетическое издательство, 1958. – 160 с.

СВЕТОДИОДНЫЙ СВЕТИЛЬНИК НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ТОРЦЕВОЙ ПОДСВЕТКИ

Иваненко Данил

МБОУ лицей при ТПУ г. Томск, 10 класс

Научный руководитель: Туранов Сергей Борисович, канд. техн. наук,

Отделение материаловедения: Доцент

По данным исследования компании Лайтинг Бизнес Консалтинг, в 2020 году размер рынка светодиодных светильников оценивается на уровне 64,8 млрд. рублей в денежном выражении и 65,1 млн. ед. в натуральном выражении. Доля светодиодных светильников, установленных в регионах РФ, выросла с 29,16% в 2018 году до 45% в 2020 году. Эксперты прогнозируют продолжение роста рынка на +5% / +10% в год. [1]

Основная проблема – светодиодные светильники сильно слепят даже при кратковременном взгляде на их источник света. Такое ослепление сильно дезориентирует и отвлекает от работы.

Цель работы – разработать и создать осветительное устройство, которое не способно ослепить человека.

Задачи – собрать информацию о видах рассеивателей, на основе эксперимента выбрать подходящий рассеиватель, собрать и протестировать прототип.

Решением данной проблемы являются рассеиватели. Рассеиватель – это составная часть оптики светильника, представляющая собой рифленое/гладкое прозрачное/полупрозрачное стекло, рассеивающее пучок света от источника/отражателя и защищающее сам светильник от загрязнений. [2]

Большинство рассеивателей устанавливаются перед источником света. Минусом обычных рассеивателей является то, что они не способны оградить человека от слепящего эффекта. Так что в данном проекте, в качестве рассеивателя предлагается использовать стекло, установленное торцом к источнику освещения. При такой установке, светодиоды становятся скрытыми от глаз. Торцевые рассеиватели работают на принципе дифракции.



Рисунок 1. Виды рассеивателей

Дифракция – отклонение волны от прямолинейного распространения при прохождении через малые отверстия и огибание волной малых препятствий [3].

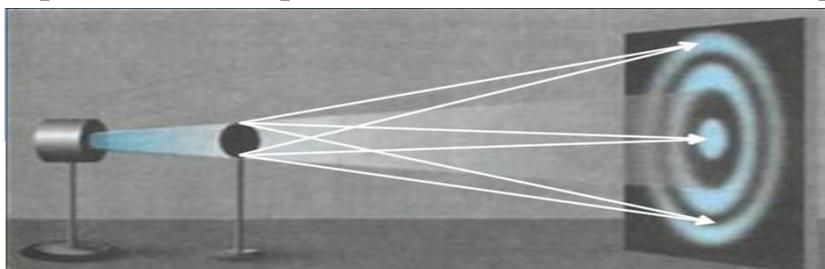


Рисунок 2 - иллюстрация дифракции

Аналоги: Торцевая подсветка используется в акрилайте, где она выполняет лишь декоративную функцию. Компания Zumtobel использует торцевое освещение в своих светильниках, но такие светильники не отличаются дешевизной и их очень сложно найти на российском рынке.[4]

Целевой аудиторией проекта являются медицинские и образовательные учреждения, а также различные конструкторские бюро. В этих областях жизни слепящий эффект от осветительных приборов должен быть сведен к минимуму. Например, во время операции хирургу точно не следует отвлекаться на вспышки света в глазах, инженеру для хорошего понимания чертежа также необходимо качественное освещение, а если школьники все 11 лет обучения будут подвержены постоянному ослеплению, то в конце обучения их зрение заметно ухудшится.

Используемые материалы – оргстекло, 3д принтер, светодиоды.

Измерительные приборы – люксметр ТКА-ЛЮКС, спектрометр ТКА-ВД.

Этапы выполнения работы:

- 1) Изучить принцип дифракции света.
- 2) Изучить световые показатели разных стекол при торцевой подсветки.
- 3) Собрать прототип с использованием технологии 3д печати.

Для эксперимента использовались 5 пластин оргстекла. Первая пластина – обычное оргстекло. Вторая пластина – горизонтальное разливованная поверхность оргстекла (расстояния между линиями – 1мм). Третье стекло – вертикально разливованная поверхность оргстекла (расстояния между линиями – 1мм). Третья и четвертая поверхности представляли собой множество точек с различным расстоянием между ними.

Во время эксперимента, проводилось сравнение спектральных, энергетических (облученность) и световых (освещенность) характеристик исследуемых излучателей. Спектральный состав и энергетическая облученность измерялись с помощью спектрофотометра ТКА-ВД [5], а освещенность с помощью люксметра ТКА-Люкс [5]. Эти характеристики изложены в следующих графиках и таблице.

Результаты измерений представлены на рисунке 3 и в таблице 1.

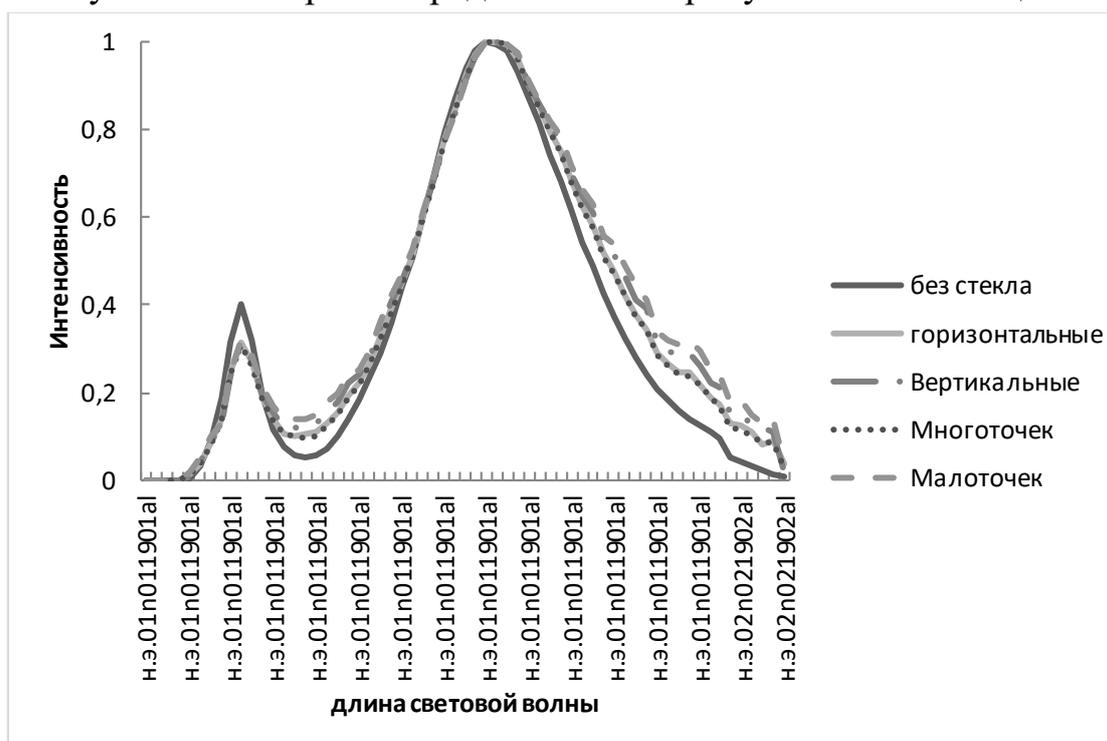


Рисунок 3. Спектральное распределение исследуемых излучателей

Таблица 1.

Освещенность и облученность, создаваемые исследуемыми излучателями на заданном расстоянии

	Горизонтальные	Вертикальные	Многоточек	Малоточек
Освещенность, Lx	22,7	12,7	21,3	11,3
Облученность, Fc	2,1	1,2	2	1

Закключение: в экспериментальной части проекта эмпирически было доказана зависимость характеристик света от рисунка на поверхности оргстекла. Так например, оргстекло с любой гравировкой увеличивает интенсивность на промежутке длины световой волны от 613 нм до 724 нм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. https://sdamarketing.ru/wp-content/uploads/2021/05/Демонстрационная-версия_Маркетинговое-исследование-рынка-светодиодных-светильников.pdf
2. <https://3400084.ru/tech-info/rasseivateli-svetodiodnyh-svetilnikov/#:~:text=Рассеиватель%20-%20это%20составная%20часть,светильник%20от%20загрязнений.%20Уличные%20светильники>
3. <https://theslide.ru/fizika/interferentsiya-difraktsiya-1>
4. <https://www.zumtobel.com/ru-ru/products/vaero.html>
5. <https://www.tkaspb.ru/catalog/>

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ПРОТОТИПА КВАДРОКОПТЕРА

Ищенко Михаил, Горобчук Пётр

МАОУ гимназия № 3 в Академгородке, г. Новосибирск, 10 класс

*Научный руководитель: Демьянов Юрий Эдуардович, Генеральный директор
ООО "ЦМИТ КЮТ" г. Новосибирск.*

Квадрокоптер - это беспилотный летательный аппарат, с четырьмя несущими винтами, который управляется дистанционно. Беспилотники используются для разведки, геодезической съёмки, мониторинга различных объектов, доставки посылок и др. Поэтому создание доступных, надёжных и простых в использовании моделей квадрокоптеров весьма актуально.

При создании квадрокоптеров большие требования предъявляются к раме. Она должна быть лёгкой, чтобы не требовать больших затрат энергии и мощности моторов; прочной, чтобы не сломаться при ударе, надёжно защищать электронные компоненты. Детали корпуса должны легко заменяться при повреждении.

Цель работы

Смоделировать цифровой двойник квадрокоптера с использованием программы КОМПАС-3D, изготовить на его основе действующий прототип квадрокоптера с использованием электронных компонентов.

Задачи:

1. Создать цифровой двойник квадрокоптера в программе КОМПАС-3D
2. Создать спецификации.
3. Создать развёртку модели во фрагменте.
4. Подготовить и вырезать детали для рамы из фанеры при помощи станка лазерной резки.
5. Собрать раму квадрокоптера
6. Изготовить подставку РУ приёмника на 3D принтере.
7. Оснащение квадрокоптера электроникой.
8. Провести лётные испытания

Специфика нашего квадрокоптера

Разработанная нами модель квадрокоптера имеет стандартные комплектующие для обеспечения полета. Отличительной особенностью является рама авторской разработки. Анализируя особенности монолитных рам заводского производства, мы пришли к выводу, что они плохо подходят для неопытных пилотов, а именно они легко получают повреждения, оперативно устранить которые не представляется возможным. Поэтому целью нашей работы было создать прочную раму, с достаточно большим количеством однотипных деталей, запас которых легко можно пополнить. Модульность конструкции позволяет заменить только один повреждённый узел, а однотипность деталей позволяет легко иметь небольшой запас запчастей. Основные детали было решено сделать плоскими, чтобы их можно было изготовить на станке лазерной резки из фанеры нужной толщины.

Также благодаря модульности рамы, можно устанавливать дополнительное периферийное оборудование, например, датчики и держатель для них.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1. Создание цифрового двойника квадрокоптера в программе КОМПАС-3D.

1.1. Создание сборки, добавление моделей моторов, регуляторов, винтов и моделирование моторных рам.

Создание модели квадрокоптера было начато с добавления моделей моторов, т.к. от их размещения зависит в дальнейшем тип квадрокоптера. Затем были смоделированы моторные рамы, как элементы защиты и крепления моторов.

1.2. Моделирование аккумуляторного отсека, отсека для электроники и переключек защиты.

Аккумуляторный отсек был выполнен из двух боковых стенок, доньшка и крышки. В них были сделаны отверстия для облегчения конструкции и вентиляции аккумулятора.

Отсек для электроники выполнен из четырех стенок и крышки, в двух стенках проделаны отверстия, через которые пройдут провода.

Для соединения моторных рам, укрепления конструкции и придания ей необходимой жёсткости были сделаны переключки защиты.

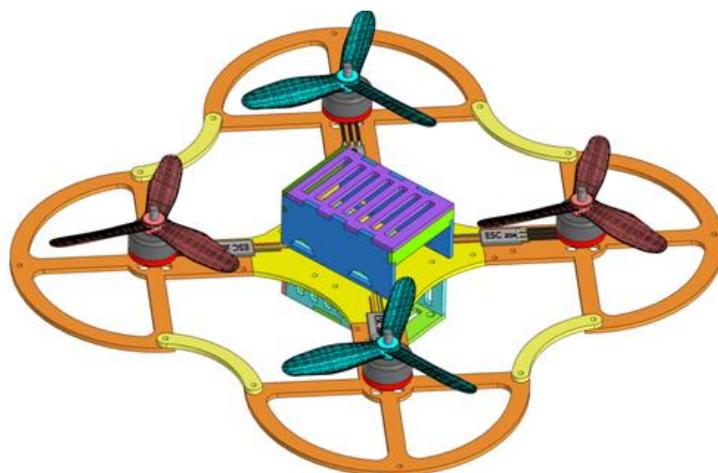


Рисунок 1. Модель квадрокоптера

1.3. Добавление моделей электроники:

Далее были добавлены модели электроники: РУ приёмник, полётный контроллер и плата питания.

1.4. Моделирование защитных компонентов

Были разработаны и смоделированы защитные компоненты: накладки для крепления моторов, ножки и крепления ножек для усиления конструкции, а также элементы верхней защиты для снижения риска повреждения моторов и винтов при столкновении с чем-либо.

Винты, шпильки и гайки были добавлены из библиотеки крепежных элементов.

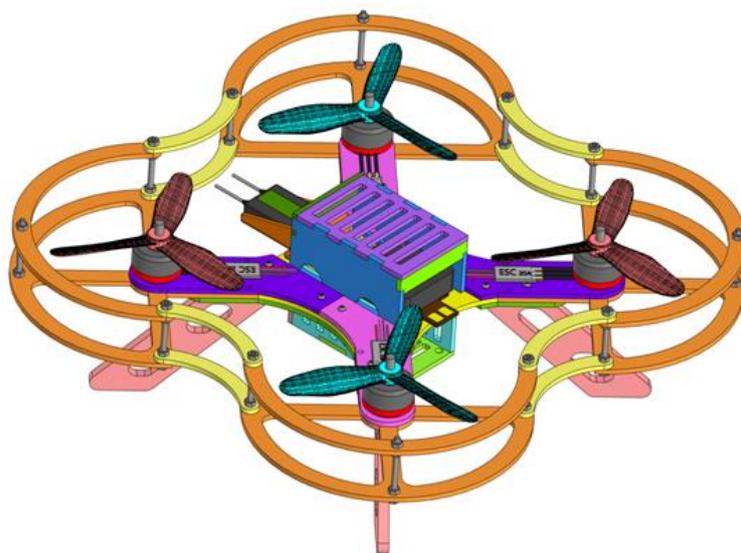


Рисунок 2. Модель квадрокоптера с защитой

2. Создание спецификации.

После того, как модель была полностью готова, была создана спецификация сборки для проверки наличия всех деталей, крепежных элементов и правильности наименований. Затем была сделана проверка пересечений элементов, чтобы убедиться, что все детали сделаны и расположены верно.

3. Создание развёртки модели во фрагменте.

Далее эскизы всех деталей, которые вырезаются из фанеры были добавлены в один фрагмент - "развёртку модели".

Т.к. ножки сделаны из шестимиллиметровой фанеры, добавили их эскизы в отдельный фрагмент.

4. Импорт развертки в CorelDRAW.

Развёртка импортировалась в программу CorelDRAW, где подготавливалась к резке. Далее программа загружалась в станок лазерной резки, после чего из фанеры вырезались детали.

5. Сборка рамы квадрокоптера.

Сборка рамы квадрокоптера осуществлялась при помощи отвёртки и гаечного ключа. Некоторые детали были проклеены клеем ПВА.

6. Держатель для РУ приёмника был напечатан на 3D принтере.

7. Оснащение квадрокоптера электроникой.

Электронные компоненты были собраны и спаяны в соответствии со схемой. Управление осуществлялось полётным контроллером.

Была установлена FPV камера для управления полетом от первого лица.

Во вторую версию для расширения функционала был добавлен одноплатный компьютер Raspberry Pi. Это позволило программировать полёт и осуществлять его по меткам, что важно для участия в соревнованиях. Также появилась возможность настраивать квадрокоптер по Wi-Fi.



Рисунок 3. Корпус квадрокоптера

8. Лётные испытания.

Лётные испытания проводились в актовом зале ЦМИТ КЮТ за защитной сеткой. Они показали, что модель достаточно надёжна, т.к. при столкновении с препятствиями не повреждались моторы, электроника или винты, а нагрузку брали на себя элементы рамы, которые очень легко заменить.

Выводы

1. Создана 3D модель квадрокоптера в программе КОМПАС-3D.

2. Детали для рамы вырезаны на лазерном станке.
3. Произведена сборка рамы модели.
4. Модель оснащена электронными компонентами.
5. Проведены лётные испытания, которые показали, что квадрокоптер легко управляем, имеет удачную конструкцию защитных элементов, которые надежно защищают электронные компоненты от ударов и легкозаменяемы при повреждении.

Перспективы

В перспективе предполагается улучшение геометрии рамы и изменение материалов, из которых она состоит, для уменьшения суммарного веса конструкции. Установка верхней защиты винтов, для предотвращения их поломки при неожиданной встрече с потолком.

РАЗРАБОТКА ФЕРМЕННОЙ КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КОСМИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Космынина Софья, Куваева Юлия

МБОУ гимназия № 91, Красноярский край, г. Железногорск, 10 класс

*Научный руководитель: Зоммер Семён Андреевич, инженер-конструктор,
АО "Информационно-спутниковой системы"*

В настоящее время существует необходимость создания крупногабаритных конструкций для использования в космосе, например, рефлекторы космических аппаратов. Однако, ограниченные возможности современных ракет-носителей по выводимой на орбиту массе приводят к необходимости разработки силового каркаса конструкций с уменьшенной массой и сохранением требуемых характеристик по прочности и жесткости.

Целью нашего проекта является создание модели ферменной конструкции и улучшение ее прочностных характеристик. Для ее реализации необходимо решить следующие задачи: изучить типы сечений, поясов, решёток и опирания; разработать чертеж конструкции; сделать анализ математических расчетов в программе SolidWorks по критериям: частота, деформация, гибкость, прочность, напряжение; разработать 3D модель фитингов в программе «КОМПАС-3D»; подготовить необходимые для создания материалы (распечатать на 3D принтере фитинги, закупить, отрезать и обработать трубы необходимого диаметра); обработать детали (зачистить места срезов труб наждачной бумагой, очистить от «рабочих частей» 3D модели); собрать конструкцию.

Фермы широко используются в современном строительстве, в основном для перекрытия больших пролётов с целью уменьшения расхода применяемых материалов и облегчения конструкций, например — в строительных большепролётных конструкциях, типа мостов, стропильных систем промышленных зданий, спортивных сооружений, а также при возведении небольших лёгких строительных и декоративных конструкций: павильонов, сценических конструкций, тентов и подиумов[1].

Фюзеляж самолёта, корпус корабля, несущий кузов автомобиля (кроме открытых кузовов, работающих как простая балка), автобуса или тепловоза, вагонная рама со шпренгелем — с точки зрения сопромата являются фермами (даже если у них отсутствует как таковой каркас — ферменную конструкцию в этом случае образуют подкрепляющие обшивку выштамповки и усилители), соответственно, в их расчётах на прочность применяются соответствующие методики.

Изучив информацию и преимущества прочности в ферменных конструкциях: форма, вид, материалы, - сделали определенные расчеты и создали конструкцию посредством уменьшения количества узлов и уменьшения массы конструкции. Рассматривались два вида форм единичных элементов пространственных ферм (куб и тетраэдр). Было отмечено, что тетраэдная форма более перспективна для дальнейшего развития, как более универсальная и позволяющая собирать из этих единичных элементов большее количество разнообразных пространственных конструкций [2]. Для каждого случая был разработан свой универсальный узел – пространственный ферменный кластерный (пучковой) фитинг. Треугольник несет нагрузки только на свои стыки или узлы. Треугольная структура является стабильной и не нуждается в дополнительной поддержке для предотвращения разрушения [3].



Рисунок 1. 3D модель ферменной конструкции

На основании полученной информации была создана модель собственного уникального продукта в программе “КОМПАС-3D” (рис. 1). Далее был проведен анализ и синтез характеристик ферменных конструкций, измерение, сравнение вариантов модели в программе SolidWorks. Обобщение полученной при исследовании информации, использование метода системного анализа [4]. Следующим этапом было создание прототипа (рис. 2) с помощью 3D принтера “Lama Study” (прототипирование методом наплавления (FDM)), напильника, ножовки, наждачной бумаги, пластика, алюминиевых трубок (диаметром 10мм, 8мм).

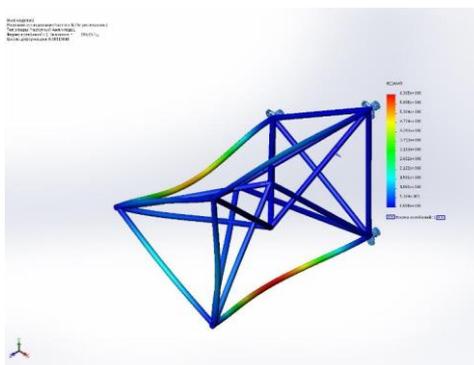


Рисунок 2. Модель деформации ферменной конструкции



Рисунок 3. Созданный прототип ферменной конструкции

Реализация проекта проводилась следующими этапами:

1. Постановка проблемы
2. Анализ существующих ферменных конструкций и их механических характеристик
3. Произведено моделирование различных конструктивно-компоновочных схем
4. Анализ изменения показателей их прочности и жесткости в зависимости от взаимного размещения звеньев и их сечения
5. Разработка уникальной конструктивно-компоновочной схемы, обладающая повышенной жесткостью при одинаковых массо-габаритных характеристиках по отношению к аналогам
6. Моделирование фитингов для сборки конструкции
7. Подготовка элементов конструкции (трубки, фитинги) для последующей сборки
8. Сборка модели
9. Испытание модели по оценочным характеристикам

Изучив в интернете существующие компоновки ферменных конструкций, была разработана ферменная конструкция собственной компоновки, которая позволяет обеспечивать требуемую механическую жёсткость при наименьшей массе. Мы отказались от поперечных звеньев по бокам. Мы создали свою уникальную модель со сложной конструкцией внутри, благодаря этому модель

может выдержать ту же нагрузку, что и с поперечными звеньями, но по массе гораздо легче. Такая конструкция может быть использована в авиационной и космической технике, как силовой элемент.

В процессе моделирования данной конструкции были проведены расчеты и анализы на различные случаи нагружения. Был изготовлен прототип на основе разработанной конструктивной схемы. Для подтверждения полученных расчетных данных проведен ряд испытаний.

Данная разработка является новой и уникальной, пока что нигде не применяется. В дальнейшем планируется развитие проекта с применением её в реальной жизни.

Прочность – при меньшем кол-ве узлов уменьшили массу конструкции, но при этом увеличили прочность. Об этом свидетельствуют данные с испытаний. Алюминиевые трубки и пластик АВС обеспечивают минимальные затраты на закупки, что повышает производительность и конкурентоспособность.

Безопасность – конструкция легкая, проста в установке.

Эстетика – красота и аккуратность внешнего вида. Серебристые трубки и черные фитинги. Сочетание данных цветов придает конструкции деловой стиль. Многоцелевая и мобильная конструкция. Может применяться в разных сферах жизнедеятельности: теплицы и садовые конструкции, палатки и шатры для походов, арки и сцены для мероприятий, каркасы для баннеров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент № 2740109 С2 Российская Федерация, МПК В64С 1/06, В64D 11/00. Ферменная конструкция транспортного средства и способ обеспечения ферменной конструкцией транспортного средства с его последующей эксплуатацией : № 2017102412 : заявл. 25.01.2017 : опубл. 11.01.2021 / Ч. Б. Нандалочана, М. Э. Вентлэнд, Д. А. Брунс [и др.].
2. Токарева, М. И. Проблемы применения композиционных материалов при разработке ферменных конструкций двигательных установок / М. И. Токарева, М. И. Ширяев // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2019. – № 1(85). – С. 89-99. – DOI 10.18698/2308-6033-2019-1-1840.
3. Марутян, А. С. Оптимизация ферменных конструкций с поясами регулярно-переменных сечений из прямоугольных труб / А. С. Марутян // Строительная механика и расчет сооружений. – 2020. – № 6(293). – С. 69-76. – DOI 10.37538/0039-2383.2020.6.69.76.
4. Зимин, В. Н. Разработка методов анализа динамики и оценки работоспособности раскрывающихся крупногабаритных космических конструкций ферменного типа : специальность 01.02.06 "Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры", 05.07.02 "Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов" : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Зимин Владимир Николаевич. – Москва, 2008. – 32 с.

*Сафьянников Артём, Галанов Никита, Крыжановский Никита, Остахов
Денис, Черкасов Артём*

МБОУ лицей при ТПУ, г. Томск, 10 класс

Научный руководитель: Шестакова Вера Васильевна, канд. техн. наук

Повышение экономичности и надежности электроснабжения предприятий газового комплекса является актуальной задачей. Основой системы электроснабжения служат силовые трансформаторы, при аварийном отключении которых электроснабжение полностью прекращается, что приводит к значительным убыткам. Предотвращение повреждений трансформаторов возможно за счет внедрения современных систем мониторинга и диагностики, которые позволяют обнаружить повреждение на ранней стадии и принять меры до перехода повреждения в серьезную аварию.

Цель проекта – разработка системы мониторинга для лабораторного трансформатора.

Задачи проекта:

- выявление наиболее часто повреждаемых элементов конструкции силовых трансформаторов, анализ причин повреждений;
- анализ существующих систем мониторинга и диагностики;
- выбор датчиков для системы мониторинга на основании экспериментального определения основных характеристик лабораторного трансформатора в различных режимах работы;
- выбор параметров срабатывания системы и разработка программы для микроконтроллера.

Обзор аналогов систем мониторинга и диагностики трансформаторов.

В настоящее время многие отечественные и зарубежные фирмы предлагают услуги по оснащению работающих трансформаторов автоматизированными системами мониторинга. В России данные системы должны удовлетворять требованиям, изложенным в [1]. В соответствии с [1] трансформаторы с высшим напряжением 35-750 кВ должны быть оснащены следующими технологическими защитами: от повышения температуры масла, содержания газов в масле; содержания влаги в масле; от понижения уровня масла в расширителе; от повышения температуры обмоток; от потери охлаждения.

Кроме того, для трансформаторов должна быть предусмотрена следующая технологическая автоматика: управление охлаждением; пожаротушение.

Система мониторинга TDM-10, рассмотренная в [2], предназначена для диагностики маслonaполненных маломощных силовых трансформаторов с высшим напряжением 6-10 кВ. Данная система контролирует шесть основных параметров: температуру масла в баке, содержание влаги в масле, уровень масла в баке, уровень вибрации магнитопровода и обмоток, давление внутри бака, частичные разряды внутри бака.

Информация передается дежурному персоналу по проводному кабелю или системе Bluetooth. На основании шести измеренных параметров можно сделать выводы об остаточном ресурсе изоляции обмоток и о состоянии масла.

В качестве примера зарубежных аналогов систем мониторинга рассмотрим вариант, описанный в [3]. Она предназначена для более мощных трансформаторов и оснащена большим количеством датчиков. Система, также как и система в [2], контролирует температуру масла внутри бака, но делает это в различных местах бака трансформатора. Значения температур в разных точках бака служит в качестве исходных данных для математической модели расчета наиболее нагретой точки обмотки. Уровень влаги измеряется не только в масле, но и в воздухе расширителя. Давление измеряется в трех точках – во вводах, в выводах и внутри бака. Контроль вибрации также выполняется в нескольких точках. Все данные преобразуются в цифровые сигналы и используются в математических моделях для расчета остаточного ресурса изоляции и наиболее вероятного места повреждения. Последнее очень важно, так как позволяет значительно сократить сроки и стоимость профилактического ремонта.

Целевая аудитория проекта. Тема проекта была утверждена комиссией, в которую входили специалисты ПАО «Газпром». Внедрение систем мониторинга и диагностики силовых трансформаторов питающих подстанций планируется для всех предприятий газового комплекса.

Используемые материалы, методы и оборудование. При разработке проекта использовался метод математического моделирования (ПК «Mathcad») и экспериментальный метод. В качестве объекта исследований был выбран однофазный лабораторный трансформатор 36/4.4 В. Главное принципиальное отличие лабораторного и реальных трансформаторов заключается в отсутствии бака с маслом в лабораторной модели, что делает невозможным контроль важнейших характеристик масла. Было принято решение контролировать температуру обмоток трансформатора, уровень вибрации и влажность в помещении.

Для применения были выбраны следующие датчики: датчик вибрации INMP441, датчик влажности HR202L, 0-95% с рабочей температурой 0-60°C, датчик температуры кремниевый диод 1N4148. Для преобразования выходных величин датчиков в электрические сигналы был применен мост Уитстона.

Этапы выполнения проекта. На первом этапе реализации проекта был проведен анализ причин повреждений и выявлены наиболее часто повреждаемые элементы конструкции силовых трансформаторов. Главными причинами повреждений являются длительная перегрузка трансформаторов по току и напряжению, а также перегрев элементов из-за дефектов в системе охлаждения. Наиболее уязвимы в трансформаторе изоляция обмоток и вводы-выводы.

На втором этапе работы был проведен выбор датчиков для системы мониторинга на основании экспериментального определения основных характеристик лабораторного трансформатора в различных режимах работы. В режиме холостого хода ток в первичной обмотке при номинальном напряжении составил 0.15 А. При нагрузке на вторичной обмотке $R_H = 40$ Ом ток во вторичной обмотке равен 0.05 А. Вибрация обмоток и магнитопровода соответствуют частоте 50 Гц промышленного тока и зависят от уровня тока во

вторичной обмотке. Предварительно было решено, что в качестве уставки приняты уровни сигнала датчиков равные 50% от максимального уровня.

Результат проектирования. На данном этапе система мониторинга представляет собой лабораторный трансформатор с подключенными датчиками, которые через три независимых моста Уитстона передают сигналы в микроконтроллер. Выходы микроконтроллера подключены к сигнальным светодиодам.

Заключение. Целесообразность внедрения систем мониторинга и диагностики трансформаторов зависит от ряда факторов. Главный фактор – уровень автоматизации подстанции. Если подстанция построена 30 и более лет назад, причем модернизация подстанции не проводилась, внедрение систем мониторинга по мнению специалистов смысла не имеет [4]. Огромное количество данных, поступающих от системы к дежурному персоналу, не будут иметь практической значимости, так как цифры сами по себе не несут полезной информации. Персонал не сможет сделать выводы о состоянии трансформатора. Для современных цифровых подстанций целесообразность установки систем мониторинга на трансформаторах сомнений не вызывает, так как при наличии единой автоматической системы управления (АСУ) на подстанции стоимость стационарной системы мониторинга будет составлять не более 5-7% от стоимости контролируемого трансформатора [4].

Бюджет данного проекта для лабораторной модели составил около 3000 руб. В указанную стоимость входят микроконтроллер STM-32 и микроэлектронные компоненты. Программное обеспечение для STM-32, инструменты, измерительные приборы и некоторые расходные материалы были предоставлены Инженерной школой энергетики.

Выводы. Разработанная лабораторная модель системы мониторинга трансформатора соответствует, насколько это возможно, требованиям, изложенным в [1]. Система может быть использована на первом этапе освоения практических навыков работы с объектом «Цифровая подстанция» при обучении по направлению 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стандарт организации ПАО «РОССЕТИ» 34.01-4.1-009-2019. Методические указания по проектированию и эксплуатации технологических защит и автоматики. Дата введения 12.04.2019.
2. Измерительные приборы и испытательное оборудование для энергетики. – Текст : электронный // Электрон прибор – 2022. – URL: <https://www.electronpribor.ru/> (дата обращения: 06.03.2022).
3. Guide for Application of Monitoring to Liquid-Immersed Transformers and Components. – Текст : электронный // IEEE – 2022. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6387561> (дата обращения: 06.03.2022).
4. Чичёв С.И., Глинкин Е.И. Диагностика силовых трансформаторов 110 кВ и выше в региональных сетевых компаниях // Электроэнергетика, №3(21), 2010 г. с. 6–12.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

Говелко Леонид

МБНОУ лицей № 111, г. Новокузнецк, 10 класс

Научный руководитель: Васильев Алексей Алексеевич, учитель физики МБНОУ «Лицей №111», доцент кафедры МФММ КГПИ г. Новокузнецк

Научный консультант: Голубович Надежда Александровна, учитель истории и обществознания МБНОУ «Лицей №111» г. Новокузнецк.

Без электричества наша жизнь немыслима и невообразима. Люди с древних времен добывали полезные ископаемые, но чем больше становилось людей, тем больше росли их потребности. С развитием технического прогресса у человечества появилась возможность использовать альтернативные источники энергии. Наряду с громадными электростанциями, которые обеспечивают электроэнергией целые города и регионы, можно, используя свои мозги, воображение и немного знания физики, создать в домашних условиях устройство для генерирования электроэнергии, которое позволит сэкономить вам и вашей семье немало денег.

Цель: создание устройства для превращения механической энергии в электрическую в бытовых условиях, в условиях лицея.

Задачи:

1. Проанализировать литературные источники по теме проектной работы;
2. Сконструировать практическую установку по превращению механической энергии человека в электрическую;
3. Апробировать установку на практике;
4. Оценить характеристики установки.
5. Разработать модель генерирования электрической энергии в Лицее с применением тренажёров спортивного зала Лицея.

В глобальной интернет-паутине можно найти описания некоторых самоделок вело генераторных станций. Но эти конструкции разнотипные, имеют достаточно большой разбег в себестоимости и не всегда удобны в применении. Кроме того, установок для генерирования электроэнергии на основе тренажеров спортивного зала мне не удалось найти.

Продукт: устройство для превращения механической энергии в электрическую в бытовых условиях (вело – генераторная установка).

Потребительская ориентированность: население, организации РФ.

Критерии эффективности:

1. Доступность материалов и невысокая себестоимость.
2. Окупаемость в течение нескольких лет.
3. Востребованность среди населения.

Методы: теоретические (анализ, обобщение, систематизация, моделирование), практические (эксперимент).

Сроки выполнения проекта: август-октябрь 2021 г.



- 1 – текстроп
- 2 – генератор
- 3 – преобразователь напряжения
- 6 – стабилизатор напряжения
- 4 – рама
- 5 – аккумулятор [1]

Описание и результаты апробации установки «Велогенераторная станция»

На опору установлена рама от велосипеда (рис. 1), на заднем колесе которой снята покрышка. На раме установлен генератор 12В постоянного тока. Привод генератора от заднего колеса велосипеда осуществляет текстропом (приводной ремень тип А). Для возбуждения генератора установлен аккумулятор на 12В. Выработанное напряжение генератором 12В постоянного тока подается на преобразователь напряжением (12В постоянного тока преобразуется в 220В переменного тока, 50 Гц), который подключается к стабилизатору напряжения и служит для выравнивания напряжения. Преобразователь напряжения - это простой автомобильный конвертер напряжения. Аккумулятор был взят энергоемкостью на 17 А/ч. Также в ходе апробации был подключён к цепи и второй аналогичный аккумулятор. Пока крутятся педали - аккумуляторы заряжаются и одновременно с этим имеется возможность подключения различных электропотребителей. Таких, например, как электролампочка, мобильный телефоны, ноутбук, беспроводные наушники, смарт часы, небольшой телевизор или небольшая бытовая техника мощностью не более 500 Вт (вентилятор бытовой). Максимальное количество оборотов генератора 6000 оборотов в минуту, а минимальное количество - 1300 оборотов в минуту, только при этом значении установка будет преобразовывать электроэнергию.

В установке были использованы - Генератор 373701 переменного тока, трехфазный, со встроенным выпрямительным блоком и электронным регулятором напряжения. Максимальная сила тока отдачи (13В при 6000 об/мин, 80А). Пределы регулировки напряжения 13,8 – 14,4 В. Мощность генератора 1040 Вт предельная, при 6000 об/мин. Преобразователь напряжения (12В постоянного тока – 220В переменного тока, мощностью 2000Вт, 50Гц). Стабилизатор напряжения (220В переменного тока, 50Гц, мощность 600Вт.). Блок из трех розеток. Аккумулятор (щелочной 13В, 17А/ч.). Электролампочка 12В, 8Вт.

Было подключено к цепи 2 аккумулятора оба мощностью по 600Вт. Для того чтобы зарядить 2 аккумулятора нужно работать на установке с постоянной скоростью (примерно 50-60 оборотов/с) в течении 2 часа, соответственно для 1 аккумулятора 1 час.

Подключил 10 лампочек на 18Вт, которые будут работать от аккумуляторов 3 часа, 5 лампочек тоже на 18Вт будут работать 4,5 часа, а одна лампочка будет гореть целых 6 часов. Зарядный ток телефона 0,1А, можно подключить 10 телефонов или 3 ноутбука, можно подключить небольшой телевизор, любую бытовую технику мощностью не более 500Вт (вентилятор бытовой), он проработает примерно 20 мин от одного аккумулятора. Также все работало без перебоев и стабильно, мне понравилось крутить педали и вырабатывать ток.

Экономический эффект проекта «Вело - генератор»

Цена всех компонентов составляет где - то около 10650 рублей, а именно: генератор – 4000 р., стабилизатор – 2100 р., велосипед – 250 р., преобразователь напряжения – 2200 р., аккумулятор – 1700 р., провода – 250 р., текстроп – 400р. Генератор может работать примерно 10 лет, стабилизатор 5 лет, велосипед пригоден 10 лет, преобразователь напряжения может работать 5 лет, аккумулятор 5 лет, текстроп 5 лет.

Чтобы окупить установку потребуется 6 чел/ч работы в день в течении около 299 дней. Кроме того, использование велогенераторной станции способствует здоровому образу жизни.

Велогенераторная станция для Лицея.

Идею, описанную выше, можно несколько видоизменить и применить на уровне, например, моего родного лицея.

Хотелось бы применить это устройство для получения электроэнергии, и, соответственно, экономии на оплату электроэнергии. Давайте попробуем рассчитать сколько сэкономит денег эксплуатация подобных устройств в школе.

В спортзале можно установить, допустим, 4 установки на основе велотренажёров или беговых дорожек. В программу уроков физкультуры можно включить занятия на вело-установках, где все дети будут заниматься на вело-установках в сумме четыре человека/часа в день, поскольку это шесть уроков физкультуры в день, 6 дней в неделю.

Чтобы выработать 1кВт (на эту мощность рассчитана одна установка) нужно, чтобы человек вращал педали со средней частотой в среднем 2 часа.

1кВт*ч энергии стоит 5 рублей, то есть можно сэкономить 5 рублей за 2 часа работы.

Стоимость всего оборудования для одной станции примерно, где - то 8950 рублей, без учета стоимости аккумулятора, так как напряжение будет сразу подаваться в энергосеть школы.

А стоимость 4 станций – 35800 рублей, получается, что за день можно выработать 8 кВт энергии (40 р.). За неделю 48 кВт (240 р.), за месяц 192 кВт (960 р.). За год будет выработано 2304 кВт (11520 р.). За 4 года выгода будет 46080 рублей, станции окупятся и принесут прибыль 10280 рублей, и дальше уже пойдет чистая прибыль, но после пяти лет нужно будет заменить некоторые компоненты, что также будет являться затратами. За 5 год прибыль будет уже 21800 рублей, после пятого года меняем оборудование на сумму 25600 рублей, минус 3800 рублей. За 10 лет школа сможет сэкономить в общем 53800 рублей и это очень неплохо, но ведь мы можем собрать не 4 станции, а 10 и тогда экономия будет еще больше.

Стоимость 10 станций 89500 рублей. За день выработка электроэнергии будет составлять 20 кВт (100 р.), за неделю 120 кВт (600 р.), за месяц 480 кВт (2400 р.), за год 5760 кВт (28800 р.), за 5 лет 28800 кВт (144000 р.), они уже окупаются на 54500 рублей, после 5 года заменяем оборудование на 64000 рублей и получаем минус 9500 рублей. За 10 лет 57600 кВт и прибыль 134500 рублей.

Конечно по сравнению с затратами школы в год на электроэнергию, а именно, в среднем, 1912173,77 рублей и 246313 кВт, это капля в море, но все равно это хорошо помогает сэкономить и весьма так неплохо, если увеличить количество станций, то они будут приносить все больше прибыли. Здесь не учтены затраты по монтажу установки, но ученики смогут вместе с родителями сами ее установить.

Таблица 1.

Экономические расчёты применения вело-генераторов в образовательной организации для 10 генераторов:

Время (день, неделя, месяц, год, 5 – й год, 10 – й год)	Расходы (руб.)	Количество энергии (кВт)	Доход (руб.)	Оценочная прибыль, (руб.)
день	89500	40	100	
неделя		120	600	
месяц		480	2400	
год		5760	2880	
5 – й год	64000	28800	144000	54500
10 – й год		57600	288000	134500

Заключение

Раньше человечество почти не задумывалось об экологии и это привело к тому, что многие виды животных и растений исчезли с лица Земли. Но в наш век постиндустриальный люди задумались над своим будущим и стали уделять

экологии больше внимания, также люди придумали многочисленные альтернативные источники энергии, чтобы меньше вредить природе и экономить невозобновляемые ресурсы, но все равно на данный момент человечество пока не еще не готово отойти от газа, нефти, угля в пользу других источников, так как многие из них очень сильно зависят от природных условий, географического положения и климата, но есть много тех источников, что сулят очень много, но пока ученые еще не научились грамотно их использовать, например управляемый термоядерный синтез и другие, но переходить на полностью альтернативные источники, ведь сейчас из – за массовых выбросов углекислого газа происходит глобальное потепление, потому что углекислый газ создает озоновые дыры, а озоновый слой защищает всю Землю от ультрафиолетового излучения, и если человечество не остановится через сто лет вся Земля может превратиться в раскаленную пустыню как Сахара и почти вся жизнь будет уничтожена.

Я считаю, что все страны мира должны объединиться, используя все свои ресурсы и силы, преодолеть эту проблему, чтобы ознаменовать новую энергетическую революцию. Да, конечно, моя работа не предлагает каких то кардинальных изменений в этом направлении, но я попытался создать небольшой альтернативный источник электроэнергии чисто для бытового применения, чтобы доказать при желании каждый сможет сделать нашу планету чище и лучше. В ходе моей работы мною была создана установка (вело – генераторная станция), которая может применяться как в быту, так и в условиях образовательной организации. Были проведены расчёты по окупаемости.

Таким образом, цель проекта достигнута.

Критериями эффективности проекта являются:

Доступность материалов и невысокая себестоимость: себестоимость вело-генератора составляет в среднем 10650 р., установки для лица – 8950 р.

Окупаемость в течение нескольких лет: бытовой вело-генератор может окупиться в среднем за 299 дней, установка для лица – 4 года.

Востребованность среди населения: было опрошено 98 человек: 56 человек – студенты КГПИ и 42 учащихся 10-11 классов МБ НОУ «Лицей №111». Все они высказали желание иметь у себя подобную вело-генераторную установку.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михайлов, А.В. Каталог деталей [Текст]/А.В. Михайлов, Л.Ю. Желтухин, А.Н. Гаврилов и др.//ВАЗ 2107 07i: Руководство по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту, 2015 г. –Москва:Третий Рим, 320 стр.

ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ НОВОГО ТИПА

Мошкин Владислав

МБНОУ лицей № 111, г. Новокузнецк, 10 класс

Научный руководитель: Васильев Алексей Алексеевич, учитель физики МБНОУ «Лицей №111», доцент кафедры МФММ КГПИ г. Новокузнецк

Актуальность выбранной темы заключается в том, что большая часть современных исследований в области авиастроения основаны на уже существующих технологических решениях, которые были известны еще в прошлом веке. Я считаю, что человечеству необходимо двигаться дальше в сфере авиастроения, однако при этом необходимы неординарные технологические решения, которые могут иметь большой задел на будущее, чем традиционные решения.

Практическая значимость: Сегодня авиация является важнейшим средством передвижения человека из пункта А в пункт Б. С этими задачами справляются и летательные аппараты традиционной схемы. Однако мой проект летательного аппарата сможет на практике доказать то, что летательный аппарат такой схемы может выполнять эти задачи безопаснее и эффективнее летательного аппарата обычной схемы.

Цели выполнения проекта:

1. Раскрыть особенности строения предлагаемого в проекте дискообразного летательного аппарата нового типа.
2. Узнать, возможно ли проектирование и создание возможно перспективной модели новой схемы летательного аппарата учащимся 10 класса посредством 3D печати.

Задачи, решаемые в процессе выполнения проекта: изучить материалы по теме проекта; физическую составляющую полета нового летательного аппарата; описать особенности конструкторских решений летательного аппарата нового типа; обосновать применимые конструкторские решения с точки зрения простоты конструкции, экономичности; реализовать поэтапное создание модели летательного аппарата.

Перейдем к обзору летательных аппаратов, аналогичных представленному мной проекту.

Начнем с российского проекта ЭКИП, изобретён в СССР Л. Н. Щукиным в начале 1980-х годов XX века и схож с моим проектом не только по внешнему виду, но и по целям. Необходимо начать с силовой установки. [1]. Здесь прослеживается и первое принципиальное отличие от моего проекта. Как будет сказано позже, мой перспективный летательный аппарат будет оснащен соосными винтами по типу вертолетов конструктора Камова КА-50, 52, 25, 32. Это сделано для того, чтобы имелся эффект авторотации, который будет подробно описан позже. Также это сделано во избежание перегрева нижней части летательного аппарата от струи горячих газов реактивного двигателя.

Вторым аналогом, схожим с моим проектом по внешнему виду и целям, которых хотели добиться создатели, является канадский проект Avro Canada VZ-9 Avrocar [2]. Данный представитель перспективного авиастроения больше похож на предлагаемый мной летательный аппарат. Особенно стоит отметить схожесть силовых установок, представляющих собой крыльчатку. Однако важно

понимать, что канадский проект является лишь демонстратором технологий и внешнего вида перспективного летательного аппарата.

Что касается **аудитории моего проекта**, в самом начале проектной деятельности ею является узкий круг лиц, для которых важно будущее авиации. После создания прототипа летательного аппарата проект может заинтересовать представителей авиакомпаний и конструкторских бюро. Заказчиками перспективного летательного аппарата могут выступить авиакомпании и другие юридические лица.

Этапы выполнения проекта:

I этап – поисковый. Срок: сентябрь-октябрь 2021 г. (Выбор темы индивидуального проекта. Обоснование выбранной темы и проблемы проекта. Определение продукта проектной деятельности, определение проблемы, актуальности.)

II этап – аналитический. Срок: ноябрь 2021 г. (Анализ источников информации для решения проблемы. Определение методов проектной работы. Определение структуры индивидуального проекта.)

III этап – практический. Срок: декабрь 2021 г. (Теоретическое обоснование. Изготовление модели.)

IV этап – презентационный. Срок: январь-февраль 2022 г. (Дизайн продукт проекта (модели). Оформление стенда проекта. Подготовка доклада.)

Для создания демонстрационной модели было использовано поэтапное проектирование и 3D печать. Под поэтапностью подразумевается:

1. Выполнение чертежей будущей модели.
2. Создание прототипа - демонстратора.
3. Создание прототипа с применением оригинальных инженерных решений.
4. Создание летающей модели - прототипа.

Я постараюсь кратко описать конструкцию нового летательного аппарата. Летательный аппарат новой конструкции не будет иметь крыльев, центроплана, фюзеляжа, то есть частей, присущих летательным аппаратам традиционной схемы и будет выполнен в виде «летающей тарелки». Эта форма летательного аппарата известна еще с 1940-х годов, когда велись военные разработки высокоманевренных истребителей, в том числе с дискообразным крылом. Нужно понимать, что самолет с дискообразным крылом пытались создать почти в каждой стране, где вообще строили летательные аппараты.

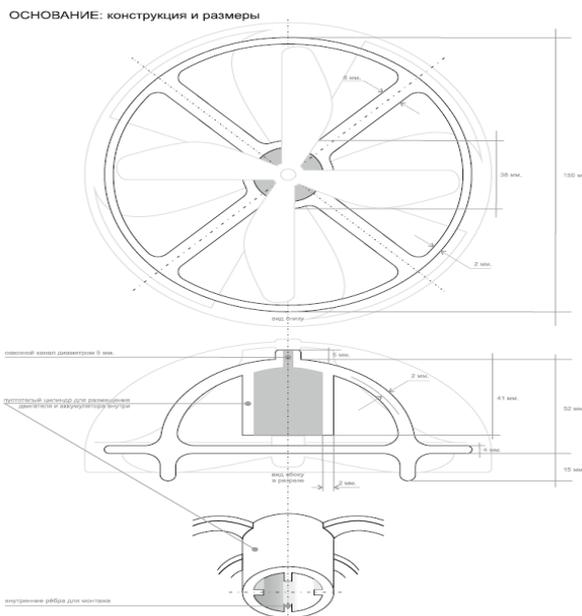


Рисунок 1. Чертеж моей модели летательного аппарата: основание

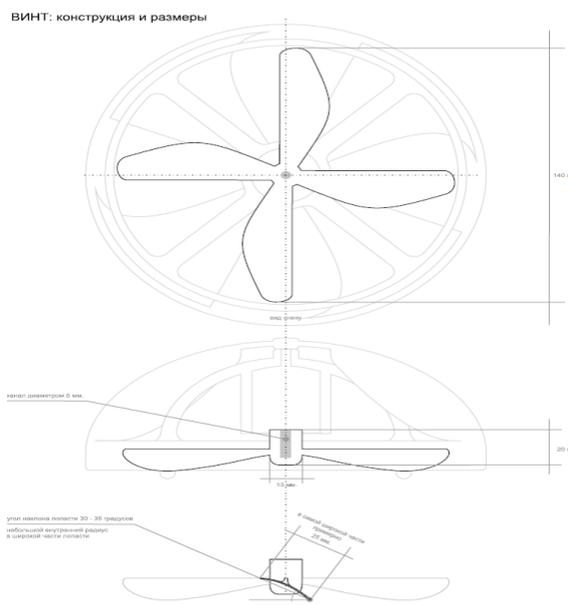


Рисунок 2. Чертеж моей модели летательного аппарата: винт

Однако, я предлагаю новую схему, лишь используя форму диска для основы, крыло будет использовано не будет. Конструктивно создаваемая мной модель состоит из подобия крыльчатки в виде маленьких изогнутых «крыльев», которые действуют как обычное «большое» крыло у обычного самолета. Маленькие «крылья» объединены в целую подвижную часть. Присутствует также и винт, который создает дополнительную подъемную силу и вращательный момент для подвижной «крыльчатки». В верхней части «крыльчатки» находятся: аккумуляторы, порт для системы управления. Для начала был создан предварительный чертеж модели. В последующем, чертеж был доработан с целью улучшения характеристик. Важнейшим элементом является неподвижная крышка, в которой может быть размещена полезная нагрузка и часть авионики. Следующим значимым элементом является вал жесткости, проходящий через верхнюю часть крышки и доходящий до отсека с электромотором. Этот элемент жестко скреплен с крышкой и выполняет функцию придания жесткости конструкции. Для дополнительного оборудования не чувствительного к центростремительному ускорению, в движущейся части будут предусмотрены свободные отсеки.

Далее, одним из обязательных устройств летательного аппарата, необходимых для управления по крену, станет гиродин.

Также возможно приложение вращательного момента поперёк оси вращения маховика (без изменения его скорости вращения) - это приводит к прецессии маховика и его сопротивлению приложенным силам (что может рассматриваться как «вращательная опора», способная «принять в себя» момент импульса в пределе до разворота оси маховика на противоположное направление).

Из оборудования, использованного в оде проекта, можно выделить 3D принтер для печати и программное обеспечение Corel Draw для создания

чертежей. На данном этапе не использовалась специальная профессиональная программа для составления чертежей.

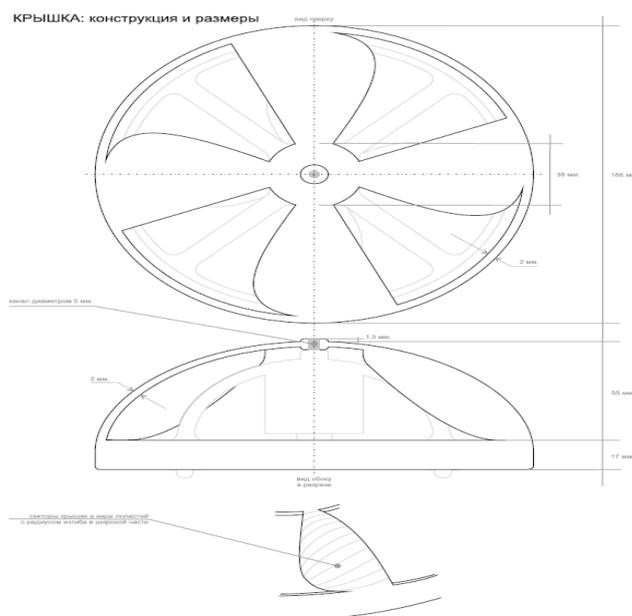


Рисунок 3. Чертеж моей модели летательного аппарата: крышка подзарядки

Для последующей печати модели на 3D была получена визуализация полученной 3D модели, затем, используя пластик и 3D принтер, реализована печать демонстрационной модели



Рисунок 4. Модель летательного аппарата

Кроме того, были проведены оценочные физические расчеты и составлена схема действия сил для полноразмерного летательного аппарата новой схемы. На этапе описания теории полета летательного аппарата новой схемы нет возможности четкого объяснения физики полета с помощью физических формул, так как это требует практических измерений во время полета. Важно понимать, что в авиастроении множество проблем выявляются и решаются во время практических полетов, испытаний, опытной эксплуатации.

В моем проекте летательного аппарата будет применяться незначительно отличающееся в сравнении с существующим типами летательных аппаратов навигационное и другое специальное оборудование.

Следовательно, электросистема будет состоять из: генератора воздушной турбины, с устройством постоянных оборотов для поддержания лучшей частоты тока; выпрямителей; потребителей.

Преимуществом конструкции моего проекта является то, что не требуется использование системы кондиционирования и наддува для пассажирского салона, что значительно снижает нагрузку на электросеть.

На летательном аппарате будет установлен один большой блок из кадмиевых аккумуляторов. В неподвижной крыше возможна установка дополнительных аккумуляторов с подключениями к общей электросети.

Примерный расчет тяговооруженности составляет 1,3.

Важно понимать, что для летательного аппарата с возможностью вертикального взлета и посадки тяговооруженность должна превышать единицу. Высокая тяговооруженность достигнута за счет того, что весь корпус летательного аппарата создает подъемную силу вращения, что было озвучено ранее.

Тем не менее, даже при применении теплоизоляции, ресурс аккумулятора сокращается. Это является вопросом, требующим решения.

КПД оценочно для летательного аппарата с заданными параметрами составляет 79%:

В заключении, результатами моего проекта на данном этапе можно считать созданный прототип модели, проведение оценочных расчетов, в будущем - создание летающего прототипа.

При этом основными рисками реализации проекта явились нехватка информации по теме проекта и отсутствие возможности досконального расчета характеристик летательного аппарата и доступа к использованию сложных материалов и элементов конструкции. Я не отрицаю, как необходимость дальнейшей доработки отдельных характеристик летательного аппарата, так и решение проблемных вопросов с ресурсом аккумулятора, а также ресурсом конструкции в целом, вследствие значительных нагрузок. Кроме того, необходима консультация со специалистами в области авионики для определения точного состава навигационного оборудования.

Однако, я считаю, что на данном этапе реализованный проект удовлетворяет целям, которые были поставлены. Обоснованы преимущества летательного аппарата нового типа. А именно, он лишен минусов традиционного крыла; присутствует возможность длительной авторотации, необходимой для создания подъемной силы, в случае отказа двигателя. Кроме того, имеет место меньшая нагрузка на бортовую электросеть, так как не требуется наддув герметичного грузового отсека, а также его кондиционирование. Еще один неоспоримый плюс - возможность вертикального взлета и посадки.

Кроме того, в ходе проекта, реализовано моделирование и печать уменьшенной 3D-модели летательного аппарата.

Если судить об эффективности проекта с точки зрения затраченных ресурсов и конечных результатов, то проект эффективен. Создана уменьшенная 3D модель, рассмотрены отличительные особенности и преимущества летательного аппарата и возможность его применения в авиационной отрасли. Проект имеет большой задел на будущее для проведения НИОКР. Одновременно с этим,

на реализацию проекта затрачено минимум ресурсов из-за использования технологий 3D печати при моделировании.

В широком понимании проекта, для создания летающего прототипа необходима работа с более серьезными расчетами, а также изучение свойств дорогостоящих материалов и доступ к консультациям узких специалистов в сфере авиастроения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%9A%D0%98%D0%9F>
2. https://en.wikipedia.org/wiki/Avro_Canada_VZ-9_Avrocar