

**муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования
дом детского творчества станицы Калининской**

Квадрокоптер – транспорт будущего
научно-исследовательский проект

**Автор: Безрукавый Олег Юрьевич,
учащийся объединения «Взлет»
МБУ ДО ДДТ ст.Калининской,
призер IX регионального конкурса
«Тропой открытий В.И. Вернадского»**

**Руководитель:
Бездверный В.А.
педагог дополнительного образования
МБУ ДО ДДТ ст.Калининской**

ст.Калининская

2026 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Что из себя представляет квадрокоптер.....	5
2. Назначение квадрокоптеров.....	6
3. Как устроен квадрокоптер.....	7
4. Управление квадрокоптером.....	8
5. Освоение работы в программе Компас 3D	9
6. Создание трехмерных деталей	10
7. Применение станка с ЧПУ и программы Engraver master для изготовления деталей.....	11
Заключение.....	12
Используемые источники	13
Приложения.....	14

Введение

Мне интересно заниматься конструированием и моделированием.

Мой отец приобрел квадрокоптер, с помощью которого производил видеосъемку зданий, событий, мероприятий, окружающей местности. Меня привлекла идея сконструировать собственную его модель и исследовать возможности, с помощью которых это можно сделать.

Объект исследования: летательные беспилотные аппараты - квадрокоптеры.

Предмет исследования: технология моделирования квадрокоптера.

Цель: разработать модель квадрокоптера, имеющую минимальное количество электронных компонентов, на основе проектирования трехмерных деталей в программе Компас 3D и изготовления их на станке с ЧПУ.

Гипотеза: если смоделировать беспилотный летательный аппарат на основе квадрокоптера, то существует возможность его практического использования.

Задачи:

- изучить источники информации о квадрокоптерах;
- исследовать возможности программы Компас 3D, необходимые при проектировании квадрокоптера (изучить инструменты для создания и редактирования трёхмерных деталей, необходимые приёмы для работы с ними);
- спроектировать трехмерные детали модели квадрокоптера, изготовить детали на станке с числовым программным управлением;
- изготовить экспериментальную модель квадрокоптера;
- провести испытания и проанализировать полет выполненной модели.

Использованы методы исследования:

- теоретические (анализ источников информации; определение этапов работы; исследование возможностей программы Компас 3D, технологических процессов, необходимых при создании деталей);

- практические (наблюдение; эксперимент; изготовление деталей, визуализация изделия, обобщение и выводы).

Актуальность: моделирование трехмерных деталей с целью сокращения времени их проектирования и изготовления, достижения их высокой точности при изготовлении модели квадрокоптера.

Новизна исследования проявляется в использовании программы Компас 3D как средства проектирования деталей для изготовления модели.

1. Что из себя представляет квадрокоптер

На русский язык слово квадрокоптер переводится как «четырехвинтовой вертолет». В воздухе этот аппарат удерживается подъемной силой четырех воздушных винтов [1]. Впервые такой квадрокоптер был спроектирован и построен в 1922 году русским авиаконструктором Георгием Александровичем Ботезатом [2] (рисунок1) .

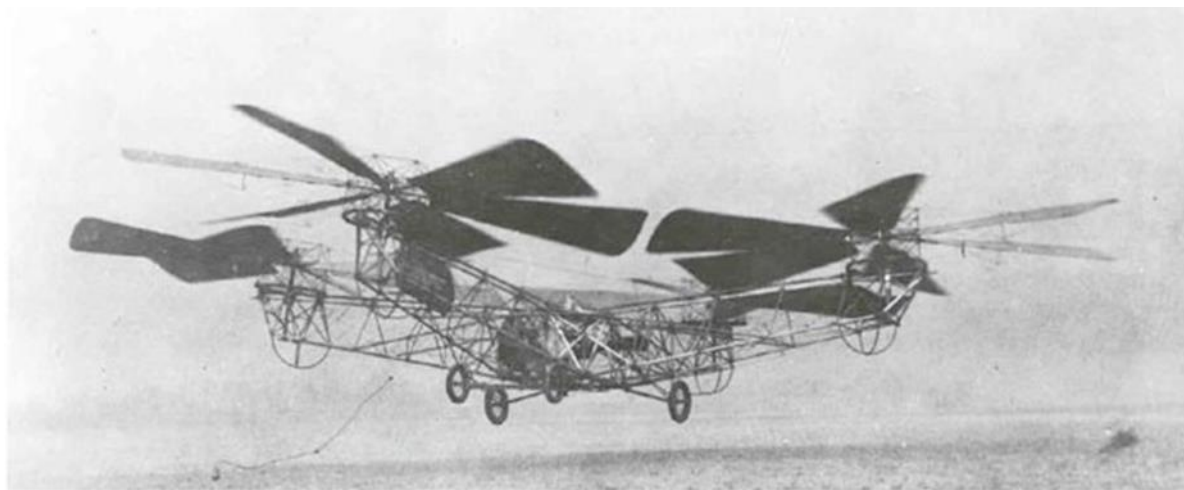


Рисунок 1. Квадрокоптер Г. Ботезата

Развитие электроники в наше время позволило усовершенствовать конструкцию таких аппаратов, сделать их более устойчивыми, придать им такие функции, как режим беспилотного полета, полет по GPS координатам, полет в режиме FPV. Созданы системы видеонаблюдения с борта квадрокоптера и передачи видеосигнала на пункт управления[3].

В последние годы благодаря высоким технологиям они получили новый импульс развития, сейчас их множество видов, они доступны в различных конфигурациях и размерах, от небольших игрушечных моделей до крупных профессиональных аппаратов, способных перевозить пассажиров.

2. Назначение квадрокоптеров в жизни

Как и любое полезное изобретение, квадрокоптеры получили самое разнообразное применение в жизни. Они используются как средство геодезии, доставки грузов, видеонаблюдения за пожарной опасностью, уникальных видеосъемок; помогают военным, спасателям, полицейским, строителям. Огромное значение квадрокоптеры получили в сельском хозяйстве. С их помощью производится обработка посевов от вредителей, внесение удобрений, наблюдение за посевами [4].

Очень популярны фото- и видео съемки с воздуха, с помощью которых можно получить красивые и необычные кадры различных событий. Например, при съёмке школьных торжественных линеек и праздников, станичных митингов и мероприятий.

Квадрокоптеры используются в военных целях в качестве разведчиков и средств подавления огневых точек. Оператор, находящийся далеко от линии фронта и наблюдая на экране обстановку на передней линии, может своевременно подавить вражескую огневую точку и помочь своим бойцам.

3. Как устроен квадрокоптер

В простейшем виде квадрокоптер представляет собой несущую раму, на которой укреплены все элементы аппарата: электродвигатели, источник питания, полетный контроллер, регуляторы оборотов двигателей, система видеонаблюдения, различные датчики и вспомогательные устройства. Количество несущих винтов может быть различным в зависимости от назначения аппарата. Двигатели могут устанавливаться в спаренном варианте – один над другим [5].

Полетный контроллер работает на частоте 2.4G, имеет 6 каналов подключения, оснащен гироскопическим датчиком для обеспечения стабилизированного полета (рисунок 3) .



Рисунок 3. Полетный контроллер

Регуляторы оборотов (рисунок 4) управляют частотой оборотов двигателя.



Рисунок 4. Регулятор оборотов

Два сервопривода обеспечивают наклон двигателя (рисунок 5).



Рисунок 5. Сервопривод

4. Управление квадрокоптером

Управление квадрокоптером обычно осуществляется при помощи пульта управления (радиопередатчика) как в визуальном режиме, непосредственно наблюдая за аппаратом, так и в режиме FPV, видя местность на экране монитора и получая различную телеметрическую информацию: скорость полета, высоту полета, состояние заряда батареи и т.д. (рисунок 6).



Рисунок 6. Пульт управления

Двигая ручки управления на передатчике, можно изменять обороты электродвигателей и управлять полетом [6].

Я уверен, что квадрокоптер в будущем будет иметь еще и семейное предназначение. Количество пассажиров в нем может быть от 2 до 4 человек.

5. Освоение работы в программе Компас 3D

Компас 3D – программа, позволяющая выполнять трехмерное моделирование. Программа устанавливается на компьютер и дает возможность проектировать устройства, детали, чертежи и выполнять сборку готовой конструкции. Основная ее задача - моделирование изделий с целью сокращения периода проектирования и скорейшего их запуска в производство. Она достигается благодаря возможностям быстрого получения конструкторской и технологической документации, необходимой для выпуска изделий (сборочных чертежей, спецификаций, детализовок и т.д.); передачи геометрии изделий в расчетные пакеты, в пакеты разработки управляющих программ для оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ) [7].

Создание и редактирование чертежа модели реализуется с помощью инструментальной панели (приложение 1).

В программе Компас 3D заложены специальные средства работы: развитый инструментарий трехмерного моделирования; средства работы над проектами, включающими тысячи деталей; функционал моделирования деталей из листового материала; средства создания поверхностей и работа с различными типами поверхностного моделирования; возможность разработки и получения конструкторской и технологической документации (рабочих чертежей деталей) [7].

6. Создание трехмерных деталей

Для практической реализации проекта была выбрана схема с тремя несущими винтами, укрепленными на небольшом крыле. В полете крыло будет создавать подъемную силу и таким образом снижать нагрузку на несущие винты. Эта схема имеет минимальное количество электронных узлов и механических компонентов, что позволит снизить вес аппарата и уменьшить расход электроэнергии, а электроника доступна в интернет-магазинах.

Для создания деталей квадрокоптера использована программа Компас 3D. На панели управления рабочей областью выбираем функцию «создать новый документ», выбираем «создать деталь», затем - «ориентацию вида», включаем режим эскиза и с помощью инструментов для построения деталей проектируем нужную деталь (боковина, крыло, нервюра, держатель заднего мотора, шпангоуты носа, середины, центра, задней части).

Для создания эскизов и объемных деталей применялись приемы: создание отрезка нужной длины, нанесение вспомогательных линий, создание окружности заданного диаметра, скругление углов, непрерывный ввод объектов, применение конической кривой для создания элементов нервюр, удаление основных, вспомогательных линий и нанесенных размеров.

Так как шпангоуты имеют ось симметрии, в документе «деталь» выполняем половинные части контура деталей, затем, используя «зеркальный массив» - эскиз полной детали. Для создания объемного объекта с помощью операции выдавливания выдавливаем деталь на нужный размер.

Так выполняются все детали (приложение 2). После проектирования деталей выполнена виртуальная сборка модели, которая позволяет выявить нестыковки деталей и ошибки проектирования (приложение 3). Собранную конструкцию можно поворачивать, приближать, удалять или корректировать нужный элемент.

7. Применение станка с ЧПУ и программы «Engraver master» для изготовления деталей

В данном случае используется станок модели DJY 8000 1720/4050 DeskToP Laser простейшей конструкции, оснащенный лазером мощностью 40Вт. Станок соединяется с компьютером через USB-разъем (приложение 4). Программа «Engraver master» позволяет производить резку деталей лучом лазера.

Готовая спроектированная деталь еще не готова к загрузке в программу «Engraver master». Для управления станком используются файлы «Autokad dxf». Так как Компас 3D использует файлы m3d, каждая деталь переводится в файл «Autokad dxf» и загружается в программу управления станком с ЧПУ «Engraver master». После этого станок готов к работе, можно изготавливать деталь. Выполненные детали готовы к сборке.

Крепление заднего электромотора спроектировано также с использованием программы «Компас 3D» и изготовлено на 3Dпринтере из пластика PLA.

Все детали модели вырезаны лазером из бальзы и фанеры. После сборки конструкция была обтянута термоусадочной пленкой, что придало ей красивый глянцевый вид. Фонарь кабины выполнен из материала пластиковой бутылки с применением термоусадочной технологии.

После установки всей электроники модель квадрокоптера приобрела законченный вид (приложение 5).

Испытания показали, что модель полностью функциональна, хорошо летает.

Технические характеристики и комплектующие модели приведены в приложении 6.

Заключение

В процессе работы проведен эксперимент по созданию модели квадрокоптера на основе схемы с минимальным количеством электронных узлов и механических компонентов, что позволило снизить материальные затраты на проектирование.

Испытания показали, что модель полностью жизнеспособна, функциональна, легко управляется, может являться прообразом семейного квадрокоптера для 2-4 человек и имеет возможность дальнейшего развития и модернизации. Таким образом, поставленная цель достигнута, задачи выполнены, гипотеза подтверждена.

Выводы. Изучение материалов и проведенные исследования показали, что развитие беспилотных технологий, а также развитие компьютерных программ по проектированию трехмерных деталей и узлов, облегчает и ускоряет работу по проектированию и созданию модели.

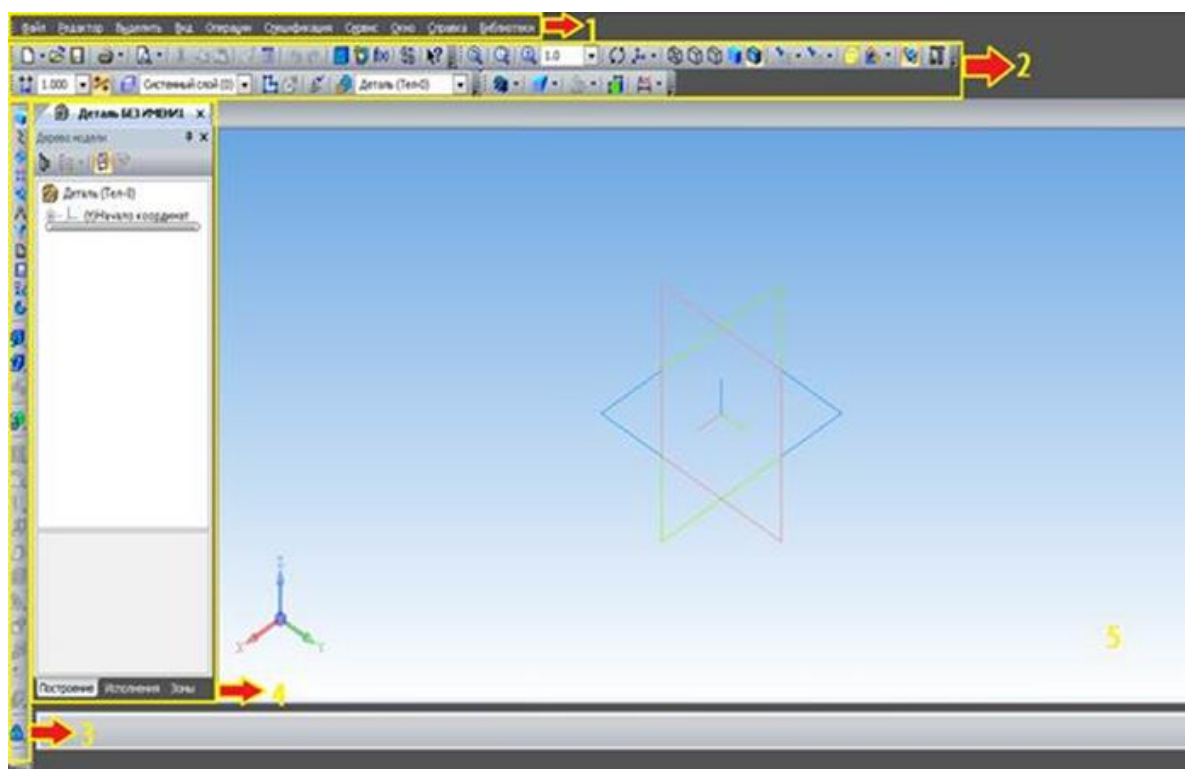
Полученные навыки и результаты можно практически использовать при конструировании авто-, авиа-, судомоделей. Они пригодятся в будущем тем, кто выберет профессии конструктора, инженера, дизайнера, технолога, архитектора, скульптора, учителя и многих других.

Практическая значимость проекта заключается в том, что, освоив программу Компас 3D, можно создавать любые трехмерные изделия, а новые знания и умения пригодятся мне на уроках черчения, физики, информатики. С полученными знаниями и навыками можно будет приступить к более сложным проектам, так как квадрокоптеры являются очень перспективными беспилотными летательными аппаратами.

Используемые источники

1. https://yandex.ru/q/question/что_такое_kvadrokopter_7794dfbc
2. Википедия. Ботезат Георгий Александрович // URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Ботезат_Георгий_Александрович
3. <https://pcat.ru/catalog/produkty/sistemy-bezopasnosti/protivodeystvie-bpla/komponenty/sistema-priema-video-s-fpv-drona-v-realnom-vremeni-komplekt-dlya-punkta-upravleniya/?ysclid=mksqr225o5973334717>
4. <https://dronnewscz.world/o-dronakh/dlya-chego-nuzhen-kvadrokopter.html>
5. https://club.dns-shop.ru/blog/t-273-drony/122015-kak-ustroen-kvadrokopter/?utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F
6. <https://djistor.ru/blogs/blog/Kak-nauchitsya-upravlyat-kvadrokopterom-osnovy-obuchenie-i-chasto-zadavaemye-voprosy>
7. Основы трехмерного моделирования в Компас 3D/ <https://infourok.ru/prezentaciya-osnovi-trehmernogo-modelirovaniya-v-kompas-d-1705032.html>

Инструментальная панель

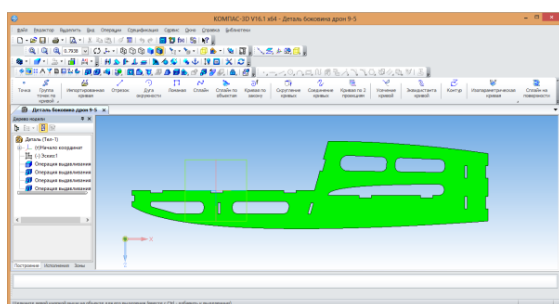


1. Область меню;
2. Средства навигации, управления рабочей областью;
3. Инструменты для построения моделей;
4. Дерево модели;
5. Рабочая область программы.

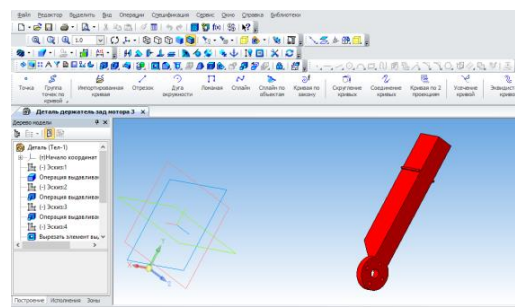
Приложение 2

Детали модели квадрокоптера, выполненные в программе Компас 3D

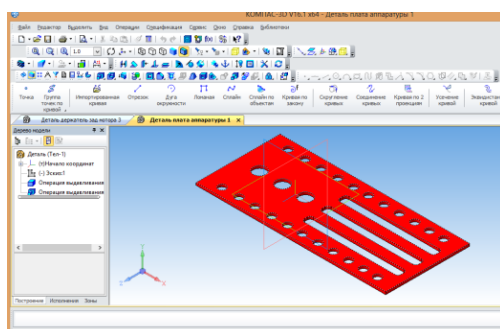
боковина



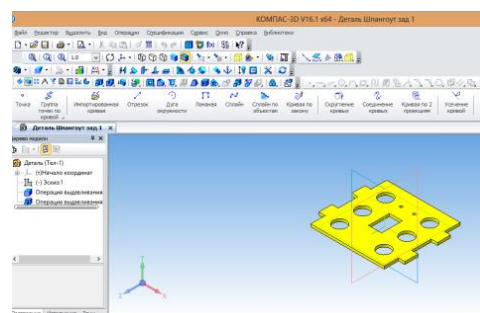
держатель заднего мотора



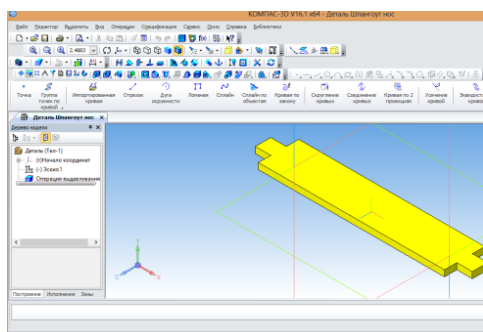
плата аппаратуры



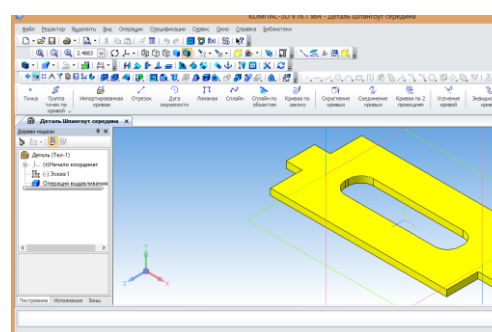
шпангоут задний



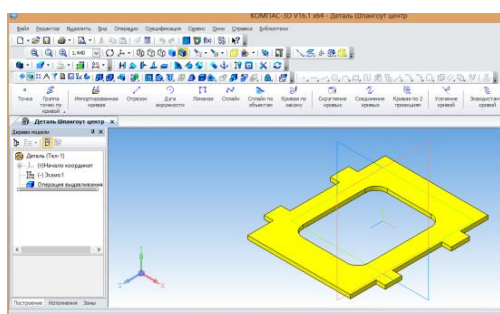
шпангоут нос



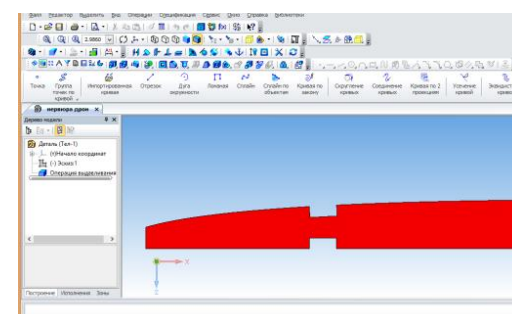
шпангоут середина



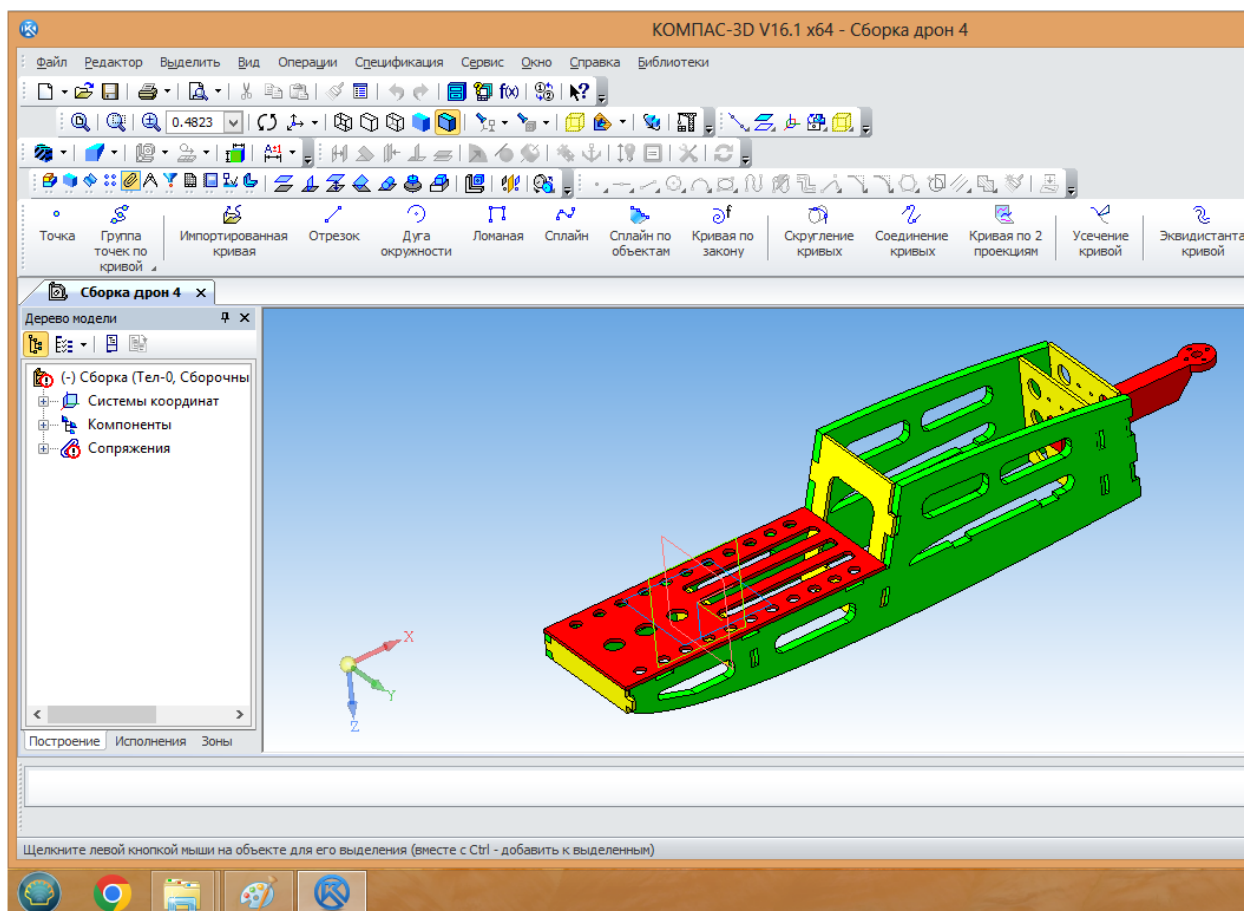
шпангоут центр



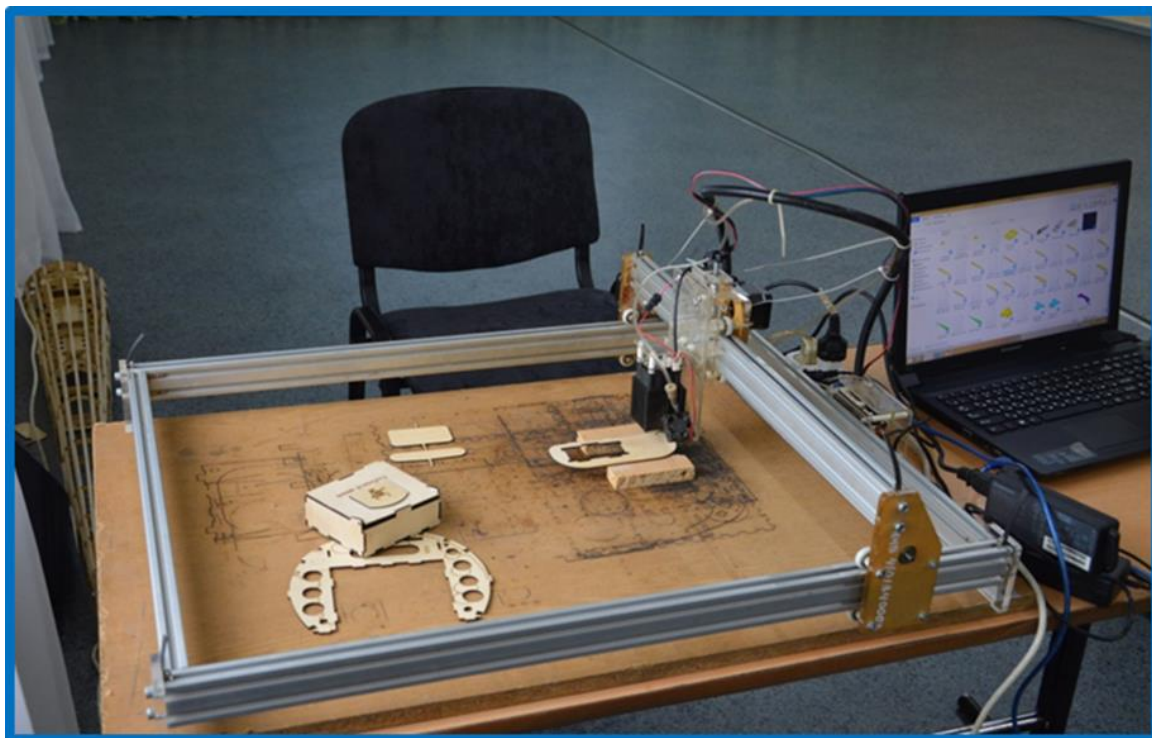
нервюра



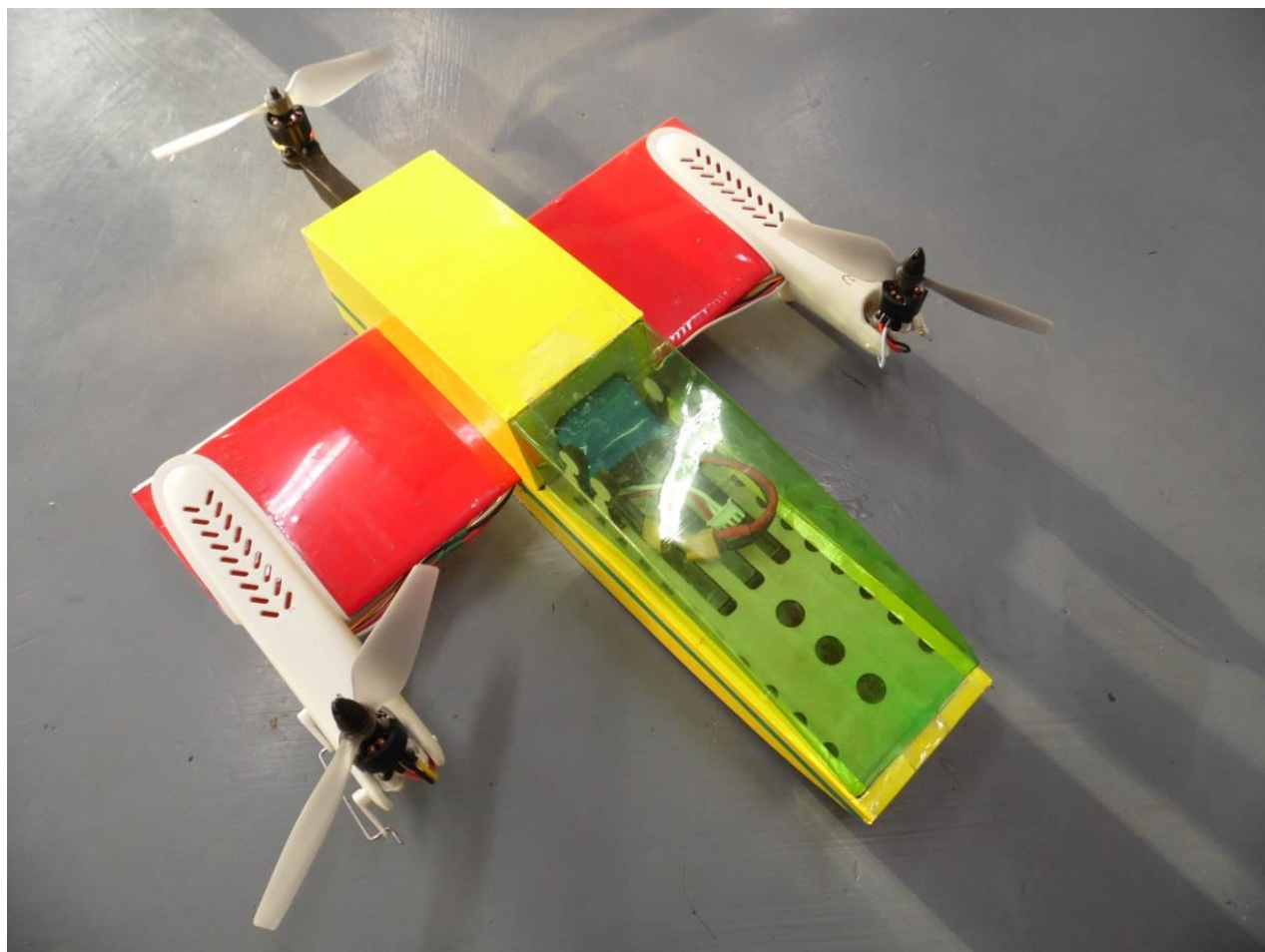
Виртуальная сборка



Соединение компьютера со станком через USB-разъем



Готовая действующая модель



Технические характеристики

Параметры:

длина корпуса – 300мм.;
ширина модели – 350мм.;
высота модели 80мм.;
количество электромоторов – 3;
диаметр воздушных винтов – 100мм.;
вес модели – 300г..

Материалы:

бальза листовая $S=5$ мм. и $S=1.5$ мм ;
фанера липовая $S=2$ мм.;
пластик PLA;
термоусадочная пленка НУ;
клей цианоакрилатный.

Оборудование:

лазерный станок с ЧПУ модели DJY 8000 1720/4050 DeskToP Laser;
3D принтер Krealiti-4.

Комплектующие:

аккумулятор LiPo;
основная плата;
набор винтов;
комплект сборных опорных кронштейнов;
моторное основание двигателей;
регулятор оборотов;
комплект пропеллеров;
сервопривод переднего двигателя;
термоусадочная пленка;
передатчик радиоуправления.