Региональная конференция по научно-техническому творчеству школьников
«Лабиринты науки»

Секция: «Конструкторская деятельность»

«Турбореактивный двигатель»

Выполнила:
Цыганова Олеся Сергеевна,
Ученица 11«А» класса МОУ СОШ №12 им. П. Ф. Дерунова

Научные руководители:
Кацкова Светлана Александровна
Учитель физики МОУ СОШ №12 им. П. Ф. Дерунова,
Матчин Сергей Александрович
Учитель технологии МОУ СОШ №12 им. П. Ф. Дерунова,

Рыбинск 2023

Оглавление

Введение 3

Основная часть

1. История создания 4
2. Принцип работы 5
3. 3D-принтер 6
4. Выбор технологии 6-7
5. Банк идей и предложений 8
6. Выбор лучшей идеи 8
7. Схемы, чертежи проектного изделия 8
8. Технология изготовления 8
9. Экологическая оценка проектного изделия 9
10. Экономическая оценка 9

Заключение 10

Список использованной литературы 11

Приложение 12-15

Введение

Актуальность и обоснование проблемы

«Сатурн» подарил музею школы №12 г. Рыбинка модель двухконтурного турбореактивного двигателя АЛ-55. Этот экспонат стал жемчужиной нашего регионального музейно-профориентационного центра. Настолько, что специально для учеников других школ в этом году создали экскурсию «История авиации», экскурсоводом которой являюсь я. В рамках неё старшие классы также знакомятся с устройством двухконтурного турбореактивного двигателя на примере АЛ-55. В музее проводится огромное количество экскурсий, поэтому не всегда ребятам моей школы удаётся посмотреть на этот макет. Проблема заключается в том, что они не могут разобрать, из чего состоит двигатель, это вызывает трудности, когда проходится тема "реактивное движение". Мной было принято решение создать небольшую модель, подобной АЛ-55, чтобы её можно было всегда показывать на уроке физики.

Объект исследования: создание модели двигателя

Предмет исследования: создание модели двигателя с помощью 3D-принтера.

Цель: создание модели двигателя с помощью 3D-принтера

Задачи:

1. Изучить литературные источники информации.
2. Изучить принцип работы турбореактивного двигателя.
3. Создать части двигателя в TinkerCAD.
4. Распечатать фигуры на 3D-принтере.
5. Собрать модель воедино.

Гипотеза: с помощью 3D-принтера можно создать модель турбореактивного двигателя

Новизна и уникальность проекта

Новизна проекта заключается в использовании современных технологий моделирования и конструирования. В проекте 3D-моделирование реализуется как процесс, в котором сочетаются математика, геометрия и дизайн.

Маркетинговое исследование

В ходе подготовки к проекту был проведен опрос учащихся школы, выявляющий интерес к 3D-моделированию и 3D-печати. Результаты опроса представлены в приложении. (См приложение. Рис. 3 -8)

1. История создания

В 1791 году английский изобретатель Джон Барбер предложил идею коловратного двигателя с поршневым компрессором, камерой сгорания и газовой турбиной. В 1909 году русский изобретатель Н. В. Герасимов запатентовал схему газотурбинного двигателя для создания реактивной тяги (турбореактивного двигателя). Патент на использование газовой турбины для движения самолёта получен в 1921 году французским инженером Максимом Гийомом.

Первый образец турбореактивного двигателя продемонстрировал английский инженер Фрэнк Уиттл 12 апреля 1937 года и созданная им небольшая частная фирма Power Jets. Он основывался на теоретических работах Алана Гриффита.

Первое полезное применение турбореактивного двигателя произошло в Германии на самолёте Heinkel He 178 с ТРД HeS 3. ТРД разработан Хансом фон Охайном почти одновременно с Уиттлом — первый пуск в сентябре 1937 года, изготовлялся фирмой Heinkel-Hirth Motorenbau. Лётчик Эрих Варзиц совершил первый полёт 27 августа 1939 года.

2. Принцип работы

Поток воздуха захватывается вентилятором и, отчасти сжимаясь, следует по двум направлениям: в первый контур к компрессору и во второй на неподвижные лопатки. В первом контуре поток сжимается, его давление повышается в 10—45 раз, и нагревается благодаря работе компрессора высокого давления и направляется в камеру сгорания.

В ней сжатый воздух смешивается с топливом, которое воспламеняется. Горячие газы расширяются, заставляя вращаться турбину, расположенную на одном валу с компрессором. Далее газы вращают турбину низкого давления, приводящую в движение вентилятор. Остальная часть энергии перемещается в сужающееся сопло. В результате направленного истечения газа из сопла на двигатель действует реактивная тяга. При горении топлива воздух, служащий рабочим телом, нагревается до 1500-2000 градусов Цельсия.

В это же время во втором контуре поток воздуха, захваченный и сжатый вентилятором, попадает на неподвижные лопатки, выпрямляющие направление его движения так, чтобы он перемещался в осевом направлении. При этом воздух дополнительно сжимается во втором контуре и выходит наружу, создавая значительную дополнительную тягу.

В полёте поток воздуха тормозится на входном устройстве перед компрессором, в результате чего его температура и давление повышается. На земле во входном устройстве воздух ускоряется, его температура и давление снижаются.

Чем выше температура сгорания, тем выше КПД двигателя. Для предупреждения разрушения деталей двигателя для их изготовления используют жаропрочные сплавы и термобарьерные покрытия. А также применяется система охлаждения воздухом, отбираемым от средних ступеней компрессора. (См приложение. Рис 1)

3. 3D-принтер

Для создания модели двигателя я решила использовать школьный 3D-принтер. Что же такое 3D-принтер и как он работает? Трехмерным принтером называют специальное устройство, способное на основании виртуальной модели печатать объемные объекты. Если для печати в обычном принтере используют тонер, то во втором случае пользуются различными видами пластика, нейлоном, металлической пудрой, стеклянным порошком, строительными смесями и другими материалами. Основа данной технологии – послойное выращивание твердых моделей.

Принцип работы данной техники:

1. создание компьютерной модели будущего объекта;
2. деление полученного шаблона на множество поперечных слоев с помощью специального ПО;
3. постепенное наращивание по направлению от основания вверх жидкого, порошкообразного, другого материала с последующим соединением (сплавлением) его в объект нужной формы.

4. Выбор технологии

Теперь нужно подумать, какую программу использовать для создания частей двигателя. Есть три претендента: TinkerCAD, OpenSCAD, 3Ds Max. Рассмотрю каждый из них и выберу подходящий.

TinkerCAD – это специализированная программа, с помощью которой пользователь может моделировать и редактировать трехмерные объекты. Ключевой особенностью является удобное меню, разделенное на несколько логических блоков. Также присутствует широкий набор подсказок, благодаря которым справиться с управлением сможет даже малоопытный юзер.

OpenSCAD представляет собой скриптовый 3D-редактор параметрических моделей. Программа занимает крайне мало места на

жестком диске, при этом обладает обширным функционалом, позволяющим создавать сложные и многогранные модели.

3Ds Max – это программное обеспечение для 3D-моделирования, анимации и рендеринга, созданное и разработанное для игр и визуализации дизайна. Программа включена в коллекцию мультимедийных и развлекательных программных продуктов, предлагаемых Autodesk.

В результате знакомства с указанными программами я пришла к выводу, что буду работать в программе TinkerCad, так как она обладает рядом преимуществ:

- Эта программа бесплатная.
- Содержит интуитивно понятный интерфейс (его освоение занимает буквально несколько минут).
- Оптимизация для 3D-печати, т.е. многие вещи в нем делать очень просто – есть все размеры, можно регулировать шаг рисования.
- Отсутствуют лишние усложнения, которые не нужны для проектирования деталей.

5. Банк идей и предложений

- Склеить распечатанные детали, в результате чего получится наглядная модель.
- Не склеивать получившиеся детали, а оставить возможность разбирать и собирать модель.
- Склеить распечатанные детали турбины и сделать ручку для вращения частей конструкции.

6. Выбор лучшей идеи

Я решила сделать модель-конструктор, т.е. выбрала вариант 2. Это более наглядный вариант, также на уроке это будет хороший интерактив: дети смогут сами собрать макет.

7. Схемы, чертежи проектного изделия

В приложении представлены скриншоты фигур. (См приложение, Рис. 9)

8. Технология изготовления

1. Создание 3D-модели фигур на компьютере с использованием Tinkercad и сохранение созданных моделей в формате stl-файла.
2. Указание в специальной программе- настроек 3D-принтера. Эта программа на основе stl-файла формирует слои печати и сохраняет их в формате g-code. Именно этот формат файла поддерживает 3D-принтер. И печать фигур на 3D-принтере по загруженному файлу.
3. Проверка деталей.
4. Создание подставки под турбину из фанеры.

9. Экологическая оценка готового изделия и процесса его изготовления

Все детали изготовлены из PLA-пластика разных цветов. Пластик плавится при температуре 190 градусов Цельсия.

PLA пластик — это полимолочная кислота. Он является биоразлагаемым. Разлагается от двух месяцев до двух лет. Сырьем для производства служат ежегодно возобновляемые ресурсы, такие как кукуруза и сахарный тростник.

10. Экономическая оценка

Стоимость катушки пластика PLA 1000 г, 1,75 мм - 1450 руб

1 г – 1,45 руб

№ п/п	Элемент	Длина пластика, м	Масса пластика, г	Стоимость, руб
1	Корпус вентилятора	3,44	10	14,5
2	Оболочка двигателя	2,2	7	10,15
3	Передний вал	0,78	2	2,9
4	Первый компрессор	0,78	2	2,9
5	Второй компрессор	0,63	2	2,9
6	Третий компрессор	0,49	1	1,45
7	Задний вал	1,13	3	4,35
8	Выхлопная турбина	0,4	1	1,45
9	Задний конус	0,22	1	1,45
10	Главный вентилятор	5,37	16	23,2
11	Передний подшипник	0,42	1	1,45
12	Задний подшипник	0,54	2	2,9
13	Фанера для подставки	-	-	0
	Итого:	**16,4**	**48**	**69,6**

Заключение

В ходе реализации проекта я освоила возможности 3D-редактора Tinkercad, научилась создавать реальные объекты и печатать их на 3D-принтере.

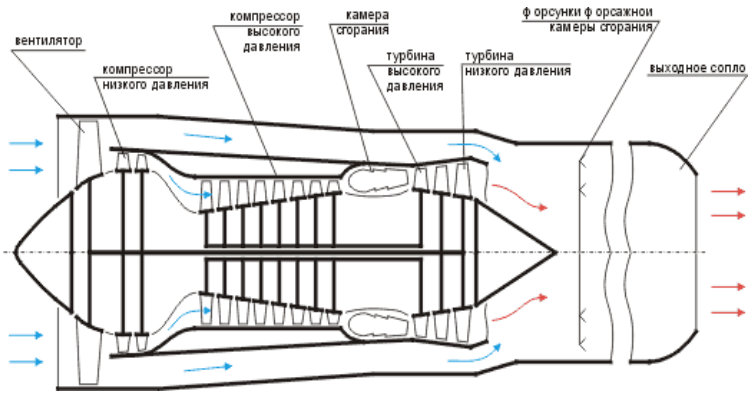
Разобралась в устройстве турбореактивного двигателя и создала модель, которая послужит на уроках физики. (См приложение, Рис 2)

На данный момент я могу создавать различные объёмные модели и печатать их с помощью программы “Wanhao-Cura”. В дальнейшем планирую освоить элементы программирования на языке Scratch с целью конструирования разнообразных форм объектов 3D-моделирования, а также ознакомиться с инструментами среды моделирования OpenSCad и 3Ds Max.

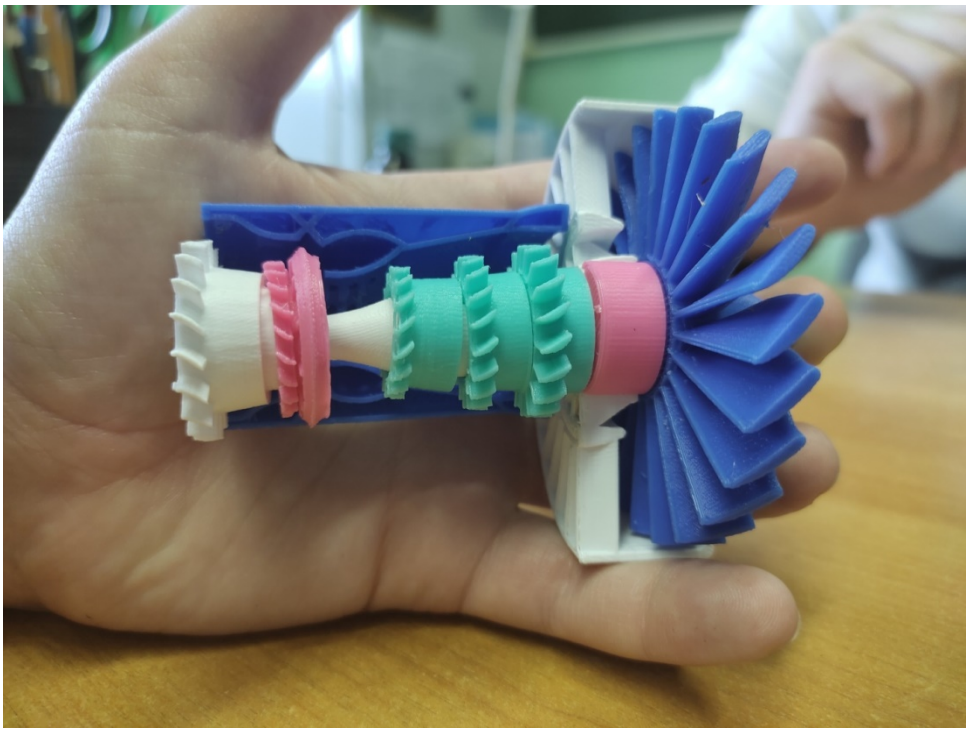
Список использованной литературы

1. Горьков Д. TinkerCad для начинающих, 2015, 125 с.
2. Ерохин Б. Т. Теория и проектирование ракетных двигателей, 2021, 597 с.
3. Никитин В. В. – «Авиамоделирование для начинающих. Инновации», 2017, 142 с.
4. Копосов Д. Г. «Технология. 3D-моделирование и прототипирование. 7-8 класс», 2-е издание, стереотипное, 2022, 129 с.
5. Учебник по Cura 3D — как пользоваться программой-слайсером Cura [Электронный ресурс] // https://3dpt.ru/blogs/support/cura (Дата обращения 9.11.2023).

Приложение

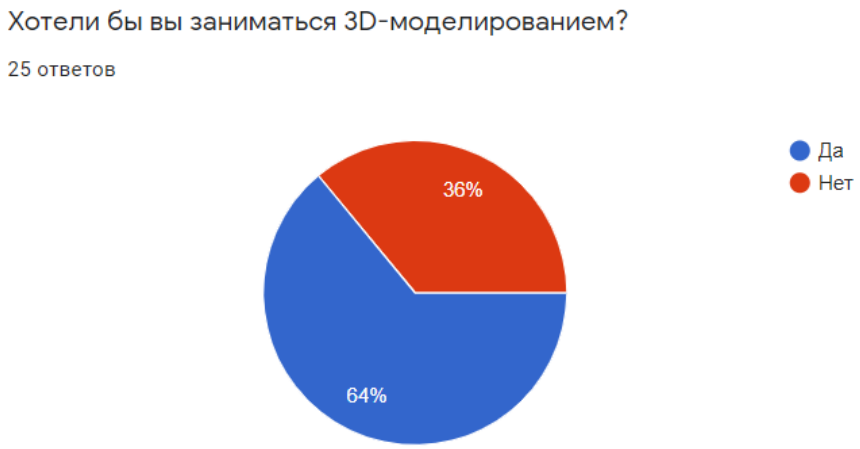


(Рис.1) Схема работы турбореактивного двигателя

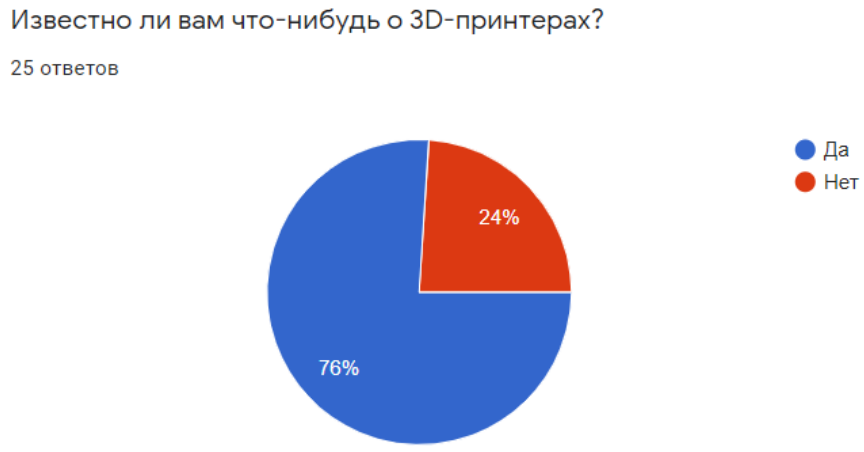


(Рис. 2) Напечатанная модель турбореактивного двигателя

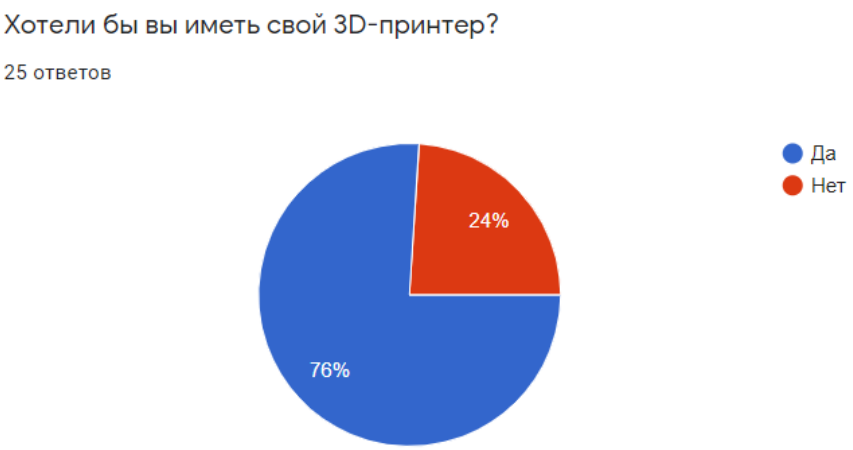




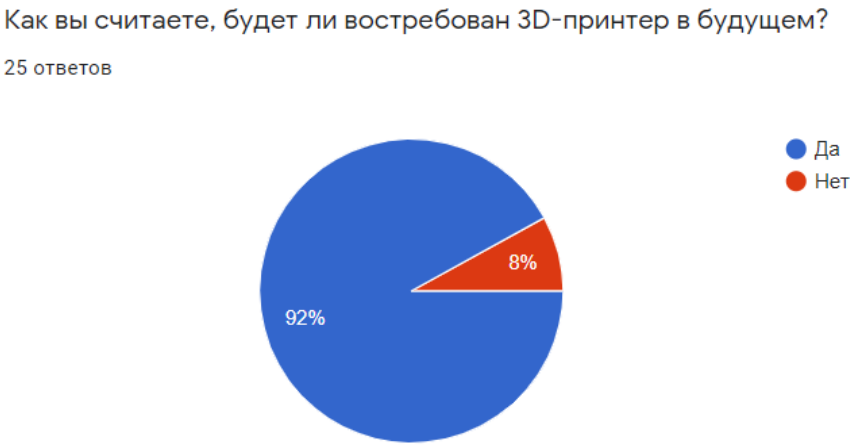
(Рис. 4) Второй вопрос опроса



(Рис. 5) Третий вопрос опроса



(Рис. 6) Четвёртый вопрос опроса



(Рис. 7) Пятый вопрос опроса



(Рис. 8) Шестой вопрос опроса



(Рис. 9) 3Д-модели частей двигателя программе TinkerCAD