

УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
Тамбовское областное государственное бюджетное общеобразовательное  
учреждение кадетская школа «Многопрофильный кадетский корпус  
имени Героя Советского Союза летчика-космонавта СССР Л.С.  
Дёмина»

Принято  
педагогическим советом  
протокол № 1  
от « 30 » августа 2021г.



Директор Многопрофильного  
кадетского корпуса  
Хворов Г.С. *[подпись]*  
Приказ № 57/УВ от « 30 » августа 2021 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ  
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА  
«Основы 3D – моделирование летательных аппаратов»**

**НАПРАВЛЕННОСТЬ: ТЕХНИЧЕСКАЯ**

Уровень: базовый

Возраст обучающихся: 12-16 лет

Срок реализации: 2 года

Составитель - разработчик:  
Кашковская А.С.,  
педагог дополнительного образования

г. Тамбов  
2021 год

## ИНФОРМАЦИОННАЯ КАРТА ПРОГРАММЫ

<b>1. Учреждение</b>	Тамбовское областное государственное бюджетное общеобразовательное учреждение кадетская школа «Многопрофильный кадетский корпус имени Героя Советского Союза летчика-космонавта СССР Л.С. Дёмина»
<b>2. Полное название программы</b>	Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Основы 3D – моделирование летательных аппаратов»
<b>3. Сведения об авторах:</b>	
<b>3.1. Ф.И.О., должность</b>	Кашковская Анастасия Сергеевна, педагог дополнительного образования
<b>4. Сведения о программе:</b>	
<b>4.1. Нормативная база</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Федеральный закон от 29 декабря 2012 года №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;</li> <li>- Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам (утверждён Приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 09.11.2018 N 196);</li> <li>- Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы разработанные Минобрнауки России совместно с ГАОУ ВО «Московский государственный педагогический университет», ФГАУ «Федеральный институт развития образования», АНО ДПО «Открытое образование», 2015г.);</li> <li>- Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020г. №28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»</li> </ul>
<b>4.2. Область применения</b>	дополнительное образование
<b>4.3. Направленность</b>	техническая
<b>4.4. Уровень освоения программы</b>	базовый
<b>4.5. Тип программы</b>	дополнительная общеразвивающая
<b>4.6. Вид программы</b>	общеобразовательная
<b>4.7. Возраст учащихся по программе</b>	12-16 лет
<b>4.8. Продолжительность обучения</b>	2 года
<b>5. Рецензенты и авторы отзывов</b>	
<b>6. Заключение методического совета</b>	Протокол заседания № 2 от «27» сентября 2021г

## **БЛОК № 1. «КОМПЛЕКС ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ»**

### **1.1. Пояснительная записка**

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Основы 3D – моделирование летательных аппаратов» (далее Программа) имеет техническую направленность и практико-ориентированный характер обучения, способствует удовлетворению индивидуальных потребностей учащихся в интеллектуальном развитии, а также в занятиях научно-техническим творчеством.

3D-моделирование - прогрессивная отрасль мультимедиа, позволяющая осуществлять процесс создания трехмерной модели объекта при помощи специальных компьютерных программ. Моделируемые объекты выстраиваются на основе чертежей, рисунков, подробных описаний и другой информации о летательных аппаратах, находящихся в открытом доступе.

Программа рассчитана на школьников желающих связать свою жизнь с авиацией, самолётостроением и аддитивными технологиями.

Уровень Программы – базовый.

#### **Актуальность Программы**

Программа имеет целью знакомство кадет с 3D-графикой в среде Blender.

3D-моделирование — прогрессивная отрасль мультимедиа, позволяющая осуществлять процесс создания трехмерной модели объекта при помощи специальных компьютерных программ. Моделируемые объекты выстраиваются на основе чертежей, рисунков, подробных описаний и другой информации. Практические задания, предлагаемые в курсе, интересны и часто непросты в решении, что позволяет повысить учебную мотивацию учащихся и развитие творческих способностей.

Технологии, используемые в организации учебного процесса, деятельностно-ориентированные. Основой проведения занятий служат проектно-исследовательские технологии.

Таким образом, данный курс способствует развитию познавательной активности учащихся; творческого и операционного мышления; повышению интереса к информатике, а также нацеливает учащихся на осознанный выбор необходимых обществу профессий, таких как инженер-конструктор, инженер-технолог, проектировщик, дизайнер и т.д., связанных с авиацией.

Актуальность программы заключается в том, что она связана с процессом информатизации и необходимостью для каждого человека овладеть новейшими информационными технологиями для адаптации в современном обществе и реализации в полной мере своего творческого потенциала. 3D-модель обычно производит гораздо большее впечатление, чем все остальные способы презентации будущего проекта.

Программа данного курса ориентирована на систематизацию знаний и умений по курсу информатики в части изучения

информационного моделирования, а также на изучение принципов проектирования и 3D-моделирования для создания и практического изготовления моделей простейших летательных аппаратов и отдельных элементов технических проектов обучающихся, и тем самым способствует развитию конструкторских, изобретательских, научно-технических компетентностей.

Программа посвящена изучению основ создания моделей средствами редактора трехмерной графики Blender. Курс призван развить умения использовать трехмерные графические представления информации в процессе обучения, предназначен для прикладного использования обучающимися в их дальнейшей учебной деятельности.

Курс вносит значительный вклад в формирование информационного компонента общеучебных умений и навыков, выработка которых является одним из приоритетов общего образования.

Актуальность Программы обусловлена нехваткой в современной России высококвалифицированных инженерно-технических кадров, владеющих аддитивными технологиями, практическим использованием трехмерной графики в различных отраслях и сферах деятельности человека (дизайн, кинематограф, архитектура, самолётостроение и т.д.), знание которой становится все более необходимым для полноценного и всестороннего развития личности каждого обучающегося.

**Новизна Программы** заключается в подходе к обучению, а именно – создание упора на практическом изучении способов проектирования в программе Blender 3D, а также изучении технических особенностей проектирования простейших летательных аппаратов, их узлов и механизмов для 3D-печати или фрезеровки полученных объектов.

**Педагогическая целесообразность Программы** состоит в том, что при изучении основ моделирования у обучающихся формируется не только образное и абстрактное мышление, навыки работы с трехмерной графикой, но и практические навыки работы с 3D-принтером, которые могут быть применены в компьютерном дизайне, науке, образовании, инженерном проектировании летательных аппаратов и других технических отраслях.

Данная Программа позволит выявить заинтересованных обучающихся, проявивших интерес к моделированию, оказать им помощь в формировании устойчивого интереса к построению моделей летательных аппаратов с помощью 3D-принтера. В процессе создания моделей обучающиеся научатся объединять реальный мир с виртуальным, что повысит уровень пространственного мышления и воображения.

### **Отличительная особенность Программы**

Отличительной особенностью данной Программы является ее практико-ориентированная направленность, основанная на привлечении обучающихся к выполнению творческих заданий и использованию 3D-принтера для печати своих моделей летательных аппаратов.

Обучение проводится в программе Blender, которая на данный момент популярна среди всех пакетов трехмерной графики, свободно распространяется и обладает богатым инструментарием, не уступающим по своим возможностям платным редакторам.

### **Адресат программы**

Программа предназначена обучающихся 7–9 классов (от 12 до 16 лет). Состав группы может быть разновозрастной, это обусловлено тем, что Программа не требует уровня знаний работы с компьютером и периферийными устройствами выше базового для старта обучения.

Данный возрастной период наиболее благоприятен для освоения детьми различных видов деятельности. У подростков возрастает способность к логическому мышлению, к проявлению творческого воображения и творческой деятельности, у них появляется стремление знать и уметь, самостоятельно работать и накапливать знания.

### **Категория обучающихся**

Возрастная категория обучающихся по Программе от 12 до 16 лет. Программа предполагает, что обучающиеся владеют навыками работы с клавиатурой, мышью, приемами работы с графическими изображениями, умеют сохранять работы. Программа не требует первоначальных знаний в области 3D-моделирования.

### **Условия набора обучающихся**

Для обучения в объединении принимаются все желающие, независимо от уровня первоначальных знаний.

### **Состав группы**

Постоянный. Нормы наполнения групп – 10–12 человек.

### **Объем и срок освоения программы**

Срок реализации Программы составляет 2 года (72 часа в год).

### **Формы и режим занятий**

Форма обучения - групповая, количество обучающихся в группе не более 12 человек.

На занятиях применяется дифференцированный, индивидуальный подход к каждому обучающемуся. Программа включает в себя теоретические и практические занятия, ориентирована на большой объем практических творческих работ с использованием компьютера с последующей 3D-печатью. Освоение материала в основном происходит в процессе практической творческой деятельности.

Занятия проводятся 2 раза в неделю по 2 часа.

Формы деятельности:

- лекция;
- практическая работа;

- дизайн-студия;
- брейнсторминг;
- STEM-мастерская;
- защита проекта.

## 1.2 Цель и задачи Программы

**Цель** – формирование и развитие у обучающихся интеллектуальных и практических компетенций в области создания пространственных моделей, освоение элементов основных базовых навыков по трёхмерному моделированию.

### Задачи Программы для 1 года обучения

#### *Образовательные:*

- формирование базовых понятий и практических навыков в области 3D-моделирования;
  - знакомство с возможностями и техническими особенностями 3D-печати;
  - знакомство со средствами создания трёхмерной графики;
  - обучение созданию и редактированию 3D-объектов;
  - формирование базовых принципов проектирования и разработки составных моделей;
  - обучение методике самостоятельной проектировки модели летательного аппарата на базе двумерных изображений;
  - формирование базовых знаний в области трёхмерной компьютерной графики и работы в программе Blender.

#### *Развивающие:*

- вовлечение в научно-техническое творчество;
- приобщение к новым технологиям, способным помочь обучающимся в реализации собственного творческого потенциала;
- развитие образного, абстрактного, аналитического мышления, творческого и познавательного потенциала обучающихся;
- развитие навыков творческой деятельности;
- формирование навыков работы в проектных технологиях;
- формирование информационной культуры обучающихся.

#### *Воспитательные:*

- формирование устойчивого интереса обучающихся к техническому творчеству в области конструирования летательных аппаратов;
- формирование у обучающихся интереса к моделированию и конструированию летательных аппаратов;

- воспитание настойчивости и стремления к достижению поставленной цели;

- создание условий для повышения самооценки обучающегося, реализации его как личности.

### **Задачи Программы для 2 года обучения**

#### *Образовательные:*

- научить основам эксплуатации 3D-принтеров и соответствующего программного обеспечения;

- формирование навыка в определении конструкторских особенностей построения моделей летательных аппаратов;

- обучение созданию и редактированию 3D-объектов;

- формирование продвинутых принципов проектирования и разработки составных моделей;

- формирование углубленных знаний в области трехмерной компьютерной графики и работы в программе Blender.

#### *Развивающие:*

- вовлечение в научно-техническое творчество;

- развитие самостоятельного подхода к проектированию;

- развитие образного, абстрактного, аналитического мышления, творческого и познавательного потенциала обучающихся;

- развитие навыков творческой деятельности;

- формирование навыков работы в проектных технологиях;

- формирование информационной культуры обучающихся.

#### *Воспитательные:*

- формирование устойчивого интереса обучающихся к техническому творчеству;

- формирование у обучающихся интереса к моделированию и конструированию;

- воспитание настойчивости и стремления к достижению поставленной цели;

- создание условий для повышения самооценки обучающегося, реализации его как личности.

### 1.3 Содержание Программы

#### УЧЕБНЫЙ ПЛАН

##### 1-й год обучения

№ п/п	Разделы, название темы	Количество часов			Формы аттестации / контроля
		Всего	Теория	Практика	
1	Вводное занятие. Техника безопасности	2	1	1	Собеседование
2	Знакомство с программой Blender. Демонстрация возможностей, элементы интерфейса Blender. Практическая работа с кубом.	5	2	3	Устный опрос, практическая работа
3	Примитивы. Ориентация в 3D-пространстве, перемещение и изменение объектов в Blender. Выравнивание, группировка, дублирование и сохранение объектов. Практическая работа «Винт»	7	2	5	Устный опрос, практическая работа
4	Работа с окнами видов	4	2	2	Практическая работа
5	Добавление объектов. Режимы редактирования.	2	1	1	Практическая работа
6	Экструдирование (выдавливание) в Blender. Сглаживание объектов в Blender	6	2	4	Практическая работа, устный опрос



<b>7</b>	Практическая работа «Шасси»	<b>6</b>	1	5	Практическая работа, устный опрос
<b>8</b>	Экструдирование (выдавливание) в Blender. Практическая работа «Рычаги управления»	<b>4</b>	1	3	Практическая работа, устный опрос
<b>9</b>	Подразделение (subdivide) в Blender. Инструмент Spin (вращение) Практическая работа «Фюзеляж»	<b>6</b>	2	4	Практическая работа
<b>10</b>	Модификаторы в Blender. Логические операции Boolean. Практическая работа «Панель управления»	<b>4</b>	1	3	Практическая работа, устный опрос
<b>11</b>	Модификаторы в Blender. Mirror – зеркальное отображение. Практическая работа «Крылья»	<b>7</b>	1	6	Практическая работа, устный опрос
<b>12</b>	Модификаторы в Blender. Array – массив. Практическая работа «Заклепки»	<b>4</b>	1	3	Практическая работа, устный опрос
<b>13</b>	Подготовка творческого проекта летального аппарата. Реализация проекта на 3D-принтере типа FDM	<b>13</b>	1	12	Практическая работа
<b>14</b>	Итоговое занятие	<b>2</b>	2		Рефлексия
	Итого	<b>72</b>	20	52	

# СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПЛАНА

## 1-й год обучения

### 1. Вводное занятие. Техника безопасности

*Теория.* Области использования трехмерной графики и ее назначение. Демонстрация возможностей трехмерной графики. История Blender. Правила техники безопасности.

**2. Знакомство с программой Blender. Демонстрация возможностей, элементы интерфейса Blender. Практическая работа с кубом.**

*Теория.* Что такое меш и из чего он состоит? Знакомство с программой Blender. Демонстрация возможностей, элементы интерфейса Blender. Основные функции Blender.

*Практика.* Применение на компьютере изученного материала. Ориентация в 3D-пространстве, перемещение и изменение объектов в Blender на примере куба.

**3. Примитивы. Ориентация в 3D-пространстве, перемещение и изменение объектов в Blender. Выравнивание, группировка, дублирование и сохранение объектов. Практическая работа «Винт»**

*Теория.* Примитивы. Ориентация в 3D-пространстве, перемещение и изменение объектов в Blender. Выравнивание, группировка и сохранение объектов. Упаковка данных. Импорт объектов.

*Практика.* Построение фигуры типа «Винт» с использованием примитивов.

### 4. Работа с окнами видов

*Теория.* Создание окна видов. Изменение типа окна. Перемещение в 3D-пространстве.

*Практика.* Работа с окнами видов. Рассмотрение особенностей каждого типа окон, их настроек и положения.

### 5. Добавление объектов. Режимы редактирования.

*Теория.* Работа с основными меш-объектами. Режим редактирования редактирование вершин меш-объекта. Режим пропорционального редактирования вершин. Импорт объектов в сцену.

*Практика.* Импорт сторонних мешей в сцену.

**6. Экструдирование (выдавливание) в Blender. Сглаживание объектов в Blender.**

*Теория.* Экструдирование частей меша: вершины, ребра, грани. Экструдирование из эскиза. Модификаторы сглаживания.

*Практика.* Использование изученных функций на примитивах.

### 7. Практическая работа «Шасси»

*Теория.* Этапы проектирования модели «Шасси».

**Практика.** Самостоятельное проектирование с помощью изученных методов.

#### **8. Экструдирование (выдавливание) в Blender. Практическая работа «Рычаги управления».**

**Теория.** Опрос по методам экструдирования. Разбор этапов проектирования модели «Рычаги управления».

**Практика.** Самостоятельное проектирование модели «Рычаги управления».

#### **9. Подразделение (subdivide) в Blender. Инструмент Spin (вращение).**

**Теория.** Подразделение полигонов. Топология. Remesh. Инструмент Spin и его применение.

**Практика.** Практическая работа «Фюзеляж».

#### **10. Модификаторы в Blender. Логические операции Boolean. Практическая работа «Панель управления»**

**Теория.** Модификаторы в Blender. Обзор модификаторов. Логические операции Boolean и принцип их работы.

**Практика.** Разбор работы модификаторов на основе практической работы «Панель управления».

#### **11. Модификаторы в Blender. Mirror – зеркальное отображение. Практическая работа «Крылья»**

**Теория.** Обзор модификатора. Mirror и принцип его работы.

**Практика.** Разбор работы модификаторов на основе практической работы «Крылья».

#### **12. Модификаторы в Blender. Array – массив. Практическая работа «Заклепки»**

**Теория.** Обзор модификатора Array. Типы массивов и их применение.

**Практика.** Разбор работы модификатора на основе практической работы «Заклепки».

#### **13. Подготовка творческого проекта летального аппарата. Реализация проекта на 3D-принтере типа FDM**

**Теория.** Выбор темы. Постановка задачи для выполнения работы.

**Практика.** Выполнение работы.

#### **14. Итоговое занятие**

**Теория.** Подведение итогов работы, обзор выполнения поставленных задач.

**УЧЕБНЫЙ ПЛАН**  
**2-й год обучения**

№ п/п	Разделы, название темы	Количество часов			Формы аттестации / контроля
		Всего	Теория	Практика	
1	Вводное занятие. Повторение	2	2		
2	Основы 3D печати. Введение в аддитивные технологии. История развития и сферы применения	2	2		Устный опрос
3	Техника безопасности. Запуск и наладка 3D- принтера по технологии FDM. Устройство и принцип работы FDM- принтера.	10	6	4	Устный опрос, практическая работа
4	Материалы для 3D-печати по технологии FDM	2	2		Устный опрос
5	Самостоятельный запуск и наладка 3D-принтера. Печать тестовых моделей. Обслуживание принтера.	10	4	6	Устный опрос, практическая работа
6	Обзор программного обеспечения для работы с 3D-принтером. Общие понятие об управляющих программах (слайсерах).	4	3	1	Устный опрос, практическая работа
7	Подготовка моделей к печати в программной среде Cura.	16	4	12	Устный опрос, практическая работа
8	Влияние параметров печати на характеристики изделия. Печать моделей.	2	1	1	Устный опрос, практическая работа
9	Итоговая творческая работа над своей моделью	18		22	Практическая работа

	летательного аппарата с финишной проработкой, созданием декалей и использованием робота для автоматического нанесения изображений.				
<b>10</b>	Итоговое занятие	<b>2</b>	<b>2</b>		Рефлексия
	<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>26</b>	<b>42</b>	

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПЛАНА

### 2-й год обучения

#### 1. Вводное занятие. Повторение

*Теория.* Повторение основных принципов работы с 3D-объектами. Создание простой сцены с использованием всех изученных методов моделирования.

#### 2. Основы 3D печати. Введение в аддитивные технологии. История развития и сферы применения

*Теория.* Что такое аддитивные технологии? История развития. Сферы применения. Технологии печати.

#### 3. Техника безопасности. Запуск и наладка 3D-принтера по технологии FDM. Устройство и принцип работы FDM-принтера.

*Теория.* Техника безопасности при работе с 3D-принтером. Устройство 3D-принтера. Алгоритм при работе с 3D-принтером. Подготовка к печати.

*Практика.* Запуск печати под руководством преподавателя.

#### 4. Материалы для 3D-печати по технологии FDM

*Теория.* Существующие материалы для FDM печати. Различие моно-составных и композитных материалов. Материалы, используемые в обучении.

#### 5. Самостоятельный запуск и наладка 3D-принтера. Печать тестовых моделей. Обслуживание принтера.

*Теория.* На что стоит обратить внимание при запуске? Ошибки и их причины, диагностика 3D-принтера. Калибровка стола 3D-принтера, калибровка подачи пластика, запуск печати тестовых моделей, анализ полученных объектов, редактирование настроек прошивки 3D-принтера. Обслуживание 3D-принтера

*Практика.* Применение практических навыков, печать моделей с разными параметрами, определение дефектов и проблем по тестовым моделям.

#### 6. Обзор программного обеспечения для работы с 3D-принтером. Общие понятия об управляющих программах (слайсерах).

**Теория.** Обзор управляющих программ (слайсеров). Общие черты и особенности.

**Практика.** Запуск 3D-принтера через разные слайсеры, находящиеся в свободном доступе.

#### **7. Подготовка моделей к печати в программной среде Cura.**

**Теория.** Слайсер Ultimaker Cura. Отличия, интерфейс, настройки.

**Практика.** Создание УП (управляющие программы) в Cura, используя полученные знания. Запуск полученных УП.

#### **8. Влияние параметров печати на характеристики изделия. Печать моделей**

**Теория.** Параметры печати разными материалами и их влияние на характеристики изделия.

**Практика.** Печать моделей доступными материалами с разными параметрами для наглядной демонстрации.

#### **9. Итоговая творческая работа над своей моделью летательного аппарата с финишной проработкой, созданием декалей и использованием робота для автоматического нанесения изображений.**

**Практика.** Печать, сборка, финишная обработка и покраска летательных аппаратов, спроектированных учениками.

#### **10. Подведение итогов**

**Теория.** Подведение итогов работы, обзор выполнения поставленных задач.

### **1.4 Ожидаемые результаты Программы**

Программа обеспечивает достижение учащимися следующих результатов.

#### **Личностные результаты:**

- готовность и способность учащихся к саморазвитию и реализации творческого потенциала в инженерно-конструкторской деятельности за счет развития их образного, абстрактного, аналитического мышления;
- готовность к повышению своего образовательного уровня и продолжению обучения с использованием средств и методов трёхмерного проектирования;
- сформированность интереса к современным технологиям и трёхмерному проектированию, стремление использовать полученные знания в процессе обучения другим предметам и в жизни;
- сформированность основ информационного мировоззрения – научного взгляда на область информационных процессов в живой природе, обществе, технике как одной из важнейших областей современной действительности;
- готовность к самостоятельным поступкам и действиям, принятию ответственности за их результаты;

- готовность к осуществлению индивидуальной и коллективной деятельности;
- способность к избирательному отношению к получаемой информации за счет умений ее анализа и критичного оценивания.

### **Метапредметные**

- усовершенствование образного пространственного мышления при моделировании;
- проявление творческих способностей и художественного эстетического вкуса;
- оценивание получающегося технического объекта и соотнесение его с изначальным проектом, выполнение по необходимости коррекции либо объекта, либо проекта;
- строить продуктивное взаимодействие и сотрудничество со сверстниками и взрослыми для реализации проектной деятельности (под руководством педагога);
- отбирать и выстраивать оптимальную технологическую последовательность реализации собственного или предложенного проекта;
- самостоятельная организация и выполнение различных инженерно-творческих работ по созданию летательных объектов;

### **Предметные**

По окончании первого года обучения обучающиеся **будут знать:**

- основы 3D-графики;
- основные принципы работы с 3D-объектами;
- основные принципы работы в системе 3D-моделирования Blender;
- основные этапы создания модели летательного аппарата по готовым чертежам и уметь применять их на практике.

По окончании первого года обучения обучающиеся **будут уметь:**

- создавать 3D-объекты;
- использовать модификаторы при создании 3D-объектов;
- преобразовывать объекты в разного рода поверхности;
- использовать основные методы моделирования;
- учитывать требуемые технические особенности при проектировании летательных аппаратов.

По окончании второго года обучения обучающиеся **будут знать:**

- технику редактирования 3D-объектов;
  - сущность и сферы применения аддитивных технологий;

По окончании второго года обучения обучающиеся **будут уметь:**

- владеть практическими навыками эксплуатации 3D-принтеров и соответствующего программного обеспечения;
- создавать собственные модели летательных аппаратов с использованием аддитивных технологий.



## **Блок № 2. «Комплекс организационно-педагогических условий реализации дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы»**

### **2.1. Календарный учебный график**

Учебный год по дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программе начинается 1 сентября и заканчивается 31 мая, число учебных недель по программе – 68, число учебных дней – 68, количество учебных часов – 136.

### **2.2 Организационно-педагогические условия реализации Программы Методическое обеспечение Программы**

В процессе реализации Программы используются различные формы проведения занятий: традиционные, комбинированные, практические. Большое внимание уделяется индивидуальной работе и творческим разработкам.

Для достижения поставленной цели и реализации задач Программы используются следующие методы обучения:

- вербальный (лекция, беседа, объяснение, рефлексия);
- наглядный (наблюдение, демонстрация).

При реализации Программы в учебном процессе используются методические пособия, дидактические материалы, фото - и видеоматериалы, технические журналы и книги, материалы на компьютерных носителях.

### **Материально-техническое обеспечение Программы**

Занятия по Программе проводятся в компьютерном классе, оснащённом следующим оборудованием:

- рабочие места по количеству обучающихся, оснащённые персональными компьютерами или ноутбуками с установленным программным обеспечением, находящемся в свободном доступе, - 3D графическим редактором Blender и программное обеспечение 3D-принтера;
  - 3D – принтер – 5 шт;
  - рабочее место преподавателя, оснащённое персональным компьютером или ноутбуком с установленным программным обеспечением;
  - интерактивная панель;
  - автоматический робот для нанесения графических изображений – 1 шт.
  - комплект учебно-методической документации: рабочая программа кружка, раздаточный материал, задания;
  - цифровые компоненты учебно-методических комплексов (презентации).
- Обязательно наличие локальной сети и доступа к сети Интернет.

6	САПР, включая 3D-прототипирование, создание 3D-моделей, черчение		комплект	1	10
6.1	3D-принтер тип 2	<p>Учебная модульная станция должна обеспечивать возможность изучения не менее трех технологий производства изделий и обработки материалов, а также прототипирования изделий.</p> <p>Учебная модульная станция должна иметь следующий состав и характеристики:</p> <p>Материал конструкции: алюминий</p> <p>Количество направляющих: не менее 4 шт.</p> <p>Набор интерфейсов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ethernet, не менее 5 шт.</li> <li>- USB, не менее 2 шт.</li> <li>- MicroSD: наличие.</li> <li>- Модуль беспроводной связи Wi-Fi: наличие.</li> </ul> <p>Панель управления с экраном: наличие</p> <p>Тип управления экрана: сенсорное</p> <p>Тип экрана: LCD-панель</p> <p>Цветность экрана: цветной</p> <p>Диагональ экрана: не менее 3,5 дюйма</p> <p>Платформа подогреваемая: наличие</p> <p>Платформа для 3D-печати магнитная гибкая: наличие</p> <p>Совместимость платформы для 3D-печати с платформой подогреваемой: наличие</p> <p>Сменный модуль 3D-печати: наличие</p> <p>Технология 3D-печати: FDM или FFF</p> <p>Диаметр сопла: не менее 0,4 мм</p> <p>Максимальная температура нагрева сопла: не менее 250 °С</p> <p>Максимальная температура нагрева подогреваемой платформы: не менее 80 °С</p> <p>Минимальная толщина слоя: не более 50 мкм</p> <p>Максимальная толщина слоя: не менее 300 мкм</p> <p>Скорость 3D-печати: не менее 100 мм/с</p> <p>Максимальный размер изготавливаемой модели: не менее 200x210x200 мм</p> <p>Поддерживаемые материалы для 3D-печати: PLA-, PETG-, TPU-, ABS-, PC-, Flexпластик</p> <p>Диаметр нити пластика: не более 1,75 мм</p> <p>Сенсор обнаружения нити пластика: наличие</p> <p>Функция автоматической калибровки: наличие</p> <p>Сменный лазерный модуль: наличие</p> <p>Мощность лазера: не менее 1,6 Вт</p> <p>Функция лазерного гравирования: наличие</p>	шт.	3	

		<p>Функция лазерной резки: наличие  Размеры рабочей области: не менее 200x200 мм  Поддерживаемые материалы: бумага, картон, дерево, пластик, кожа  Сменный модуль фрезерования с ЧПУ: наличие  Максимальная скорость вращения шпинделя: не менее 8000 об/мин  Максимальный диаметр зажима патрона: не менее 4 мм  Фреза: наличие  Функция плоскостного и объемного фрезерования: наличие  Поддерживаемые материалы: дерево, текстолит, пластик  Кожух защитный: наличие  Очки защитные с УФ-фильтром: наличие  Адаптер питания: наличие  Комплект запасных функциональных элементов: наличие</p>			
6.2	3D-принтер тип 1	<p>Тип принтера: FDM, FFF, материал (основной): PLA, количество печатающих головок: не менее 2, рабочий стол: с подогревом, рабочая область (XYZ): от 180×180×180 мм, максимальная скорость печати: не менее 150 мм/сек, минимальная толщина слоя: не более 20 мкм, закрытый корпус: наличие, охлаждение зоны печати: наличие</p>	шт.	1	
6.13	Автоматический робот для нанесения графических изображений	<p>Представляет собой конструктор для сборки автоматического робота, который способен самостоятельно держать ручку, карандаш и наносить на бумагу разнообразные графические рисунки. Устройство состоит более чем из 60 разнообразных компонентов, среди которых имеются различные балки из алюминия, кронштейны и двигатели. Управляется с помощью программного обеспечения.</p>	шт	1	
<b>9</b>	<b>Оборудование (для каждого из выбранных направлений)</b>		<b>комплект</b>	<b>1</b>	<b>10-15</b>
9.1	Интерактивная панель 75"	<p>Размер экрана по диагонали: не менее 1880 мм;  Разрешение экрана при работе без вычислительного блока: не менее 3840x2160 пикселей;  Встроенные акустические системы: наличие;  Количество одновременно распознаваемых касаний сенсорным экраном: не менее 20 касаний;  Высота срабатывания сенсора экрана: не более 3 мм от поверхности экрана; Время отклика сенсора касания (интервал времени между обновлениями данных о текущих координатах объектов касания): не более 10 мс;</p>	шт	1	

Функция распознавания объектов касания (палец или безбатарейный стилус): наличие;

Количество поддерживаемых безбатарейных стилусов одновременно: не менее 2 шт.;

Функция подключения к сети Ethernet проводным и беспроводным способом (WiFi): наличие;

Объем оперативной памяти интерактивной панели: от 4 Гбайт;

Объем накопителя интерактивной панели: от 32 Гбайт;

Количество встроенных портов Ethernet 100/1000: от 1;

Наличие свободных портов USB 3.0: от 3;

Наличие как минимум 1-го порта USB Type C с функцией передачи цифрового видеосигнала;

Наличие средства биометрической идентификации для исключения несанкционированного доступа;

Возможность использования ладони в качестве инструмента стирания либо игнорирования касаний экрана ладонью: наличие;

Интегрированный датчик освещенности для автоматической коррекции яркости подсветки: наличие;

Все доступные порты ввода и вывода цифрового видеосигнала должны поддерживать максимальную величину разрешения и частоты экрана;

Интегрированные функции трансляции экрана или его части на подключенные устройства учеников, в том числе дистанционным способом, с возможностью последующего сохранения и редактирования стенограммы урока: наличие;

Встроенная индукционная и акустическая система: наличие;

Наличие вычислительного блока, устанавливаемого в специализированный слот на корпусе интерактивного комплекса, позволяющий выполнять снятие и установку блока, не разбирая интерактивный комплекс: требуется;

Наличие разъема для подключения вычислительного блока - должен иметь, как минимум, контакты электропитания вычислительного блока от встроенного блока питания интерактивного комплекса, контакты для подключения цифрового видеосигнала и USB для подключения сенсора касания;

Разрешение на выходе видеоадаптера вычислительного блока при работе с интерактивным комплексом: не менее 3840x2160 пикселей при 60 Гц;

Количество ядер процессора вычислительного блока: не менее 4 шт.;

Количество потоков процессора вычислительного блока: не менее 4 шт.;

Базовая тактовая частота процессора вычислительного блока: от 1 ГГц;

Максимальная тактовая частота процессора вычислительного блока: от 2,5 ГГц, Кэш-память процессора вычислительного блока: не менее 6 Мбайт.

Объем оперативной памяти вычислительного блока: не менее 8 Гбайт;

Объем накопителя вычислительного блока: не менее 240 Гбайт;

		Наличие у вычислительного блока беспроводного модуля Wi-Fi; Максимальный уровень шума при работе вычислительного блока: не более 30 дБА; Наличие мобильного металлического крепления, обеспечивающего возможность напольной установки интерактивного комплекса с возможностью регулировки по высоте в фиксированные положения.			
9.3	Шкаф-стеллаж для хранения оборудования	Согласно потребностям образовательной организации	шт	3	
9.4	Комплект мебели	Согласно потребностям образовательной организации	шт	1	
9.5	Стол ученический двухместный	Согласно потребностям образовательной организации	шт	5	
9.6	Стул ученический мобильный	Согласно потребностям образовательной организации	шт	10	

9.7	Ноутбук	<p>Форм-фактор: ноутбук;  Жесткая, неотключаемая клавиатура: наличие;  Русская раскладка клавиатуры: наличие;  Диагональ экрана: не менее 15,6 дюймов;  Разрешение экрана: не менее 1920x1080 пикселей;  Количество ядер процессора: не менее 4;  Количество потоков: не менее 8;  Базовая тактовая частота процессора: не менее 1 ГГц;  Максимальная тактовая частота процессора: не менее 2,5 ГГц;  Кэш-память процессора: не менее 6 Мбайт;  Объем установленной оперативной памяти: не менее 8 Гбайт;  Объем поддерживаемой оперативной памяти (для возможности расширения): не менее 24 Гбайт;  Объем накопителя SSD: не менее 240 Гбайт;  Время автономной работы от батареи: не менее 6 часов;  Вес ноутбука с установленным аккумулятором: не более 1,8 кг;  Внешний интерфейс USB стандарта не ниже 3.0: не менее трех свободных; Внешний интерфейс LAN (использование переходников не предусмотрено): наличие;  Наличие модулей и интерфейсов (использование переходников не предусмотрено): VGA, HDMI;  Беспроводная связь Wi-Fi: наличие с поддержкой стандарта IEEE 802.11n или современнее;  Web-камера: наличие;  Манипулятор "мышь": наличие;  Предустановленная операционная система с графическим пользовательским интерфейсом, обеспечивающая работу распространенных образовательных и общесистемных приложений: наличие.</p>	шт	11	
9.8	МФУ формата А3	<p>Тип устройства: МФУ;  Цветность: цветной;  Формат бумаги: А3/А4;  Скорость печати: не менее 25 стр/мин (ч/б А4), не менее 25 стр/мин (цветн. А4).</p>	шт	1	

### **2.3 Формы аттестации и контроля**

Для текущего контроля уровня знаний, умений и навыков используются следующие методы: тестирование, собеседование, анализ результатов деятельности, самоконтроль, индивидуальный устный опрос, практические работы, рефлексия. В конце каждого практического занятия обучающийся должен получить результат - 3D-модель на экране монитора. Итоговый контроль – в виде защиты проекта.

Основной формой промежуточной аттестации является тестирование. При проведении теста предусмотрена проверка как теоретических, так и практических знаний, умений и навыков по изученным темам, оценивание которых осуществляется по пятибалльной шкале.

Уровни освоения Программы – **«высокий»** / **«средний»** / **«низкий»**.

Уровень получаемых результатов для каждого обучающегося определяется по следующим критериям:

- возрастающий уровень сложности его моделей, легко оцениваемый визуально и педагогом, и детьми;
- степень самостоятельности обучающихся при выполнении технологических операций;
- качество выполняемых работ;
- качество итогового продукта деятельности.

### **2.4 Оценочные материалы**

Для проведения контроля дается задание для создания модели.

Обучающийся получает:

- оценку «зачёт - отлично», если создал сложносоставную трехмерную модель летального аппарата, распечатал ее на 3D-принтере и собрал (т.е. все детали подошли друг другу после печати);
- оценку «зачёт-хорошо», создал сложносоставную трехмерную модель летального аппарата, распечатал ее на 3D принтере;
- оценку «зачёт-удовлетворительно», если создал трехмерную модель летального аппарата;
- оценку «не зачёт», если не завершил этап моделирования летательного аппарата.

## 2.5 Методические материалы

### 1 год обучения

№ п/п	Название раздела, темы	Материально-техническое оснащение, дидактико-методический материал	Формы, методы, приемы обучения	Формы подведения итогов
1	Вводное занятие. Техника безопасности	Ноутбуки, манипуляторы «мышь», интерактивная панель	Рассказ, демонстрация	Опрос
2	Знакомство с программой Blender. Демонстрация возможностей, элементы интерфейса Blender. Практическая работа с кубом.	Ноутбуки, манипуляторы «мышь», интерактивная панель, справочные таблицы	Рассказ, демонстрация, самостоятельная работа	Педагогическое наблюдение, опрос
3	Примитивы. Ориентация в 3D-пространстве, перемещение и изменение объектов в Blender.	Ноутбуки, манипуляторы «мышь», интерактивная панель, карточки с заданиями, презентация	Рассказ, демонстрация, самостоятельная работа	Педагогическое наблюдение, проектирование модели, опрос



	Выравнивание, группировка, дублирование и сохранение объектов. Практическая работа «Винт»			
4	Работа с окнами видов	Ноутбуки, манипуляторы «мышь», интерактивная панель, видеоурок, презентация	Рассказ, демонстрация, самостоятельная работа	Педагогическое наблюдение, опрос
5	Добавление объектов. Режимы редактирования.	Ноутбуки, манипуляторы «мышь», интерактивная панель, видеоурок	Рассказ, демонстрация, самостоятельная работа	Педагогическое наблюдение, опрос
6	Экструдирование (выдавливание) в Blender. Сглаживание объектов в Blender	Ноутбуки, манипуляторы «мышь», интерактивная панель, видеоурок, презентация	Рассказ, демонстрация, самостоятельная работа	Педагогическое наблюдение, проектирование модели, опрос
7	Практическая работа «Шасси»	Ноутбуки, манипуляторы «мышь», карта выполнения задания	Рассказ, самостоятельная работа	Педагогическое наблюдение, проектирование модели

<b>8</b>	Экструдирование (выдавливание) в Blender. Практическая работа «Рычаги управления»	Ноутбуки, манипуляторы «мышь», интерактивная панель, карта выполнения задания	Рассказ, демонстрация, самостоятельная работа	Педагогическое наблюдение, проектирование модели, опрос
<b>9</b>	Подразделение (subdivide) в Blender. Инструмент Spin (вращение) Практическая работа «Фюзеляж»	Ноутбуки, манипуляторы «мышь», интерактивная панель, карта выполнения задания	Рассказ, демонстрация, самостоятельная работа	Педагогическое наблюдение, проектирование модели, опрос
<b>10</b>	Модификаторы в Blender. Логические операции Boolean. Практическая работа «Панель управления»	Ноутбуки, манипуляторы «мышь», интерактивная панель, карта выполнения задания	Рассказ, демонстрация, самостоятельная работа	Педагогическое наблюдение, проектирование модели, опрос
<b>11</b>	Модификаторы в Blender. Mirror – зеркальное отображение. Практическая работа «Крылья»	Ноутбуки, манипуляторы «мышь», интерактивная панель, карта выполнения задания	Рассказ, демонстрация, самостоятельная работа	Педагогическое наблюдение, проектирование модели, опрос

<b>12</b>	Модификаторы в Blender. Array – массив. Практическая работа «Заклепки»	Ноутбуки, манипуляторы «мышь», интерактивная панель, карта выполнения задания	Рассказ, демонстрация, самостоятельная работа	Педагогическое наблюдение, проектирование модели, опрос
<b>13</b>	Подготовка творческого проекта летального аппарата. Реализация проекта на 3D-принтере типа FDM	Ноутбуки, манипуляторы «мышь», интерактивная панель, 3D-принтеры типа FDM, презентация, видеоуроки	Эвристический метод, самостоятельная творческая работа	Педагогическое наблюдение, проектирование модели
<b>14</b>	Итоговое занятие	-		Рефлексия

## 2 год обучения

<b>№ п/п</b>	<b>Название раздела, темы</b>	<b>Материально-техническое оснащение, дидактико-методический материал</b>	<b>Формы, методы, приемы обучения</b>	<b>Формы подведения итогов</b>
<b>1</b>	Вводное занятие. Повторение	Ноутбуки, манипуляторы «мышь», интерактивная панель	Рассказ, демонстрация	Опрос
<b>2</b>	Основы 3D печати. Введение в аддитивные	Интерактивная панель, презентация	Рассказ, демонстрация	Опрос

	технологии. История развития и сферы применения			
<b>3</b>	Техника безопасности. Запуск и наладка 3D-принтера по технологии FDM. Устройство и принцип работы FDM-принтера.	Ноутбуки, интерактивная панель, FDM 3D-принтеры, таблицы и схемы	Рассказ, демонстрация, самостоятельная работа	Педагогическое наблюдение, опрос
<b>4</b>	Материалы для 3D-печати по технологии FDM	Ноутбуки, интерактивная панель, образцы материалов для 3D-печати, презентация	Рассказ, демонстрация	Педагогическое наблюдение, опрос
<b>5</b>	Самостоятельный запуск и наладка 3D-принтера. Печать тестовых моделей. Обслуживание принтера	Ноутбуки, интерактивная панель, FDM 3D-принтеры	Рассказ, демонстрация, самостоятельная работа	Педагогическое наблюдение, опрос
<b>6</b>	Обзор программного обеспечения для работы с 3D-принтером. Общие понятия об	Ноутбуки, интерактивная панель, презентация	Рассказ, демонстрация, самостоятельная работа	Педагогическое наблюдение, опрос

	управляющих программах (слайсерах).			
<b>7</b>	Подготовка моделей к печати в программной среде Cura.	Ноутбуки, интерактивная панель, презентация	Рассказ, самостоятельная работа	Педагогическое наблюдение, опрос
<b>8</b>	Влияние параметров печати на характеристики изделия. Печать моделей.	Ноутбуки, интерактивная панель, FDM 3D-принтеры	Рассказ, демонстрация, самостоятельная работа	Педагогическое наблюдение, опрос
<b>9</b>	Итоговая творческая работа над своей моделью летательного аппарата с финишной проработкой, созданием декалей и использованием робота для автоматического нанесения изображений.	Ноутбуки, интерактивная панель, FDM 3D-принтеры, робот для автоматического нанесения графических изображений, презентация, таблицы и схемы	Рассказ, демонстрация, самостоятельная работа	Педагогическое наблюдение, опрос
<b>10</b>	Подведение итогов	Интерактивная панель		Рефлексия

## Список литературы

### Для педагогов:

1. Большаков В.П. Основы 3D - моделирования / В.П. Большаков, А.Л. Бочков. - СПб: Питер, 2013.
2. Голованов Н.Н. Геометрическое моделирование / Н.Н. Голованов. - М.: [не указано], 2002.
3. Павлова И.М. Практические задания для работы графическом редакторе // Информатика и образование. - 2002. - № 10.
4. Попов Л. М. Психология самодеятельного творчества / Л.М. Попов. - Изд-во Казанского ун-та, 1990.
5. Сафронова Н.В., Богомол А.В. Развитие воображения при изучении графических редакторов // Информатика и образование. – 2000. - № 6.
6. Хесс Р. Основы Blender. Руководство по 3D - моделированию с открытым кодом. 2008.
7. Шишкин Е.В. Начала компьютерной графики / Е.В. Шишкин. - М.: Диалог-МИФИ, 1994.

### Для обучающихся:

1. Залогова Л.А. Компьютерная графика. Элективный курс: Учебное пособие. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005 г.
2. Залогова Л.А. Практикум по компьютерной графике / Л.А. Залогова. - М.: Лаборатория базовых Знаний, 2001.
3. Костин В.П. Творческие задания для работы в растровом редакторе // Информатика и образование. - 2002.
4. Прахов А.А. Blender. 3D - моделирование и анимация. Руководство для начинающих. - СПб, 2009.

### Электронные ресурсы

1. Подробные уроки по 3D моделированию: [Электронный ресурс]. URL: <https://blender3d.com.ua/blender-basics/> (Дата обращения: 25.08.2021).
2. Каталог сайтов о 3D - моделировании: [Электронный ресурс]. URL: [http://itc.ua/articles/sajty\\_o\\_3d-modelirovanii\\_18614](http://itc.ua/articles/sajty_o_3d-modelirovanii_18614). (Дата обращения: 25.08.2021).
3. Интернет университет информационных технологий - дистанционное образование: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.intuit.ru>. (Дата обращения: 25.08.2021).
4. Сайт о программе Blender: [Электронный ресурс]. URL: <https://www.blender.org/>. (Дата обращения: 25.08.2021).
5. Русскоязычная энциклопедия 3D печати [Электронный ресурс]. URL: <http://3dtoday.ru>

## 2.6 Календарный учебный график

### Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Основы 3D – моделирование летательных аппаратов» (базовый уровень)

#### 1 год обучения

№ п/п	Дата по плану	Дата по факту	Тема занятия	Количество часов	Форма занятия	Форма контроля	Методико–дидактическое обеспечение
1			Вводное занятие. Техника безопасности	2	Лекция	Опрос	Ноутбук, мышь
2			Знакомство с программой Blender. Демонстрация возможностей, элементы интерфейса Blender.	2	Лекция, демонстрация	Опрос	Ноутбук, мышь
3			Практическая работа с кубом.	2	Практическое	Педагогическое наблюдение	Ноутбук, мышь, интернет
4			Примитивы. Ориентация в 3D-пространстве, перемещение и изменение объектов в Blender. Выравнивание, группировка,	2	Лекция, демонстрация, практика	Опрос, педагогическое наблюдение	Ноутбук, мышь

			дублирование и сохранение объектов.				
<b>5</b>			Практическая работа «Винт»	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение	Ноутбук, мышь, интернет
<b>6</b>			Практическая работа «Винт»	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение, зачет	Ноутбук, мышь, интернет
<b>7</b>			Работа с окнами видов	2	Лекция, демонстрация, практика	Опрос, педагогическое наблюдение	Ноутбук, мышь
<b>8</b>			Работа с окнами видов	2	Лекция, демонстрация, практика	Опрос, педагогическое наблюдение	Ноутбук, мышь
<b>9</b>			Добавление объектов. Режимы редактирования.	2	Лекция, демонстрация, практика	Опрос, педагогическое наблюдение	Ноутбук, мышь
<b>10</b>			Экструдирование (выдавливание) в Blender. Сглаживание объектов в Blender	2	Лекция, демонстрация, практика	Опрос, педагогическое наблюдение	Ноутбук, мышь
<b>11</b>			Практическая работа «Шасси»	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение	Ноутбук, мышь
<b>12</b>			Практическая работа «Шасси»	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение, зачет	Ноутбук, мышь



13			Экструдирование (выдавливание) в Blender. Практическая работа «Рычаги управления»	2	Лекция, демонстрация, практика	Опрос, педагогическое наблюдение	Ноутбук, мышь, интернет
14			Практическая работа «Рычаги управления»	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение, зачет	Ноутбук, мышь, интернет
15			Подразделение (subdivide) в Blender. Инструмент Spin (вращение)	2	Лекция, демонстрация, практика	Опрос, педагогическое наблюдение	Ноутбук, мышь, интернет
16			Практическая работа «Фюзеляж»	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение	Ноутбук, мышь, интернет
17			Практическая работа «Фюзеляж»	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение, зачет	Ноутбук, мышь, интернет
18			Модификаторы в Blender. Логические операции Boolean. Практическая работа «Панель управления»	2	Лекция, демонстрация, практика	Опрос, педагогическое наблюдение	Ноутбук, мышь
19			Практическая работа «Панель управления»	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение, зачет	Ноутбук, мышь, интернет
20			Модификаторы в Blender. Mirror – зеркальное отображение.	2	Лекция, демонстрация, практика	Опрос, педагогическое наблюдение	Ноутбук, мышь, интернет

			Практическая работа «Крылья»				
<b>21</b>			Практическая работа «Крылья»	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение	Ноутбук, мышь, интернет
<b>22</b>			Практическая работа «Крылья»	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение, зачет	Ноутбук, мышь, интернет
<b>23</b>			Модификаторы в Blender. Array – массив. Практическая работа «Заклепки»	2	Лекция, демонстрация, практика	Опрос, педагогическое наблюдение	Ноутбук, мышь, интернет
<b>24</b>			Практическая работа «Заклепки»	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение, зачет	Ноутбук, мышь, интернет
<b>25</b>			Подготовка творческого проекта летального аппарата. Самостоятельная работа над творческим проектом	2	Выбор объектов для творческого проекта	Педагогическое наблюдение	Ноутбук, мышь, интернет
<b>26</b>			Самостоятельная работа над творческим проектом	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение	Ноутбук, мышь, интернет
<b>27</b>			Самостоятельная работа над творческим проектом	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение	Ноутбук, мышь, интернет

<b>28</b>			Самостоятельная работа над творческим проектом	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение	Ноутбук, мышь, интернет
<b>29</b>			Самостоятельная работа над творческим проектом	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение	Ноутбук, мышь, интернет
<b>30</b>			Самостоятельная работа над творческим проектом	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение	Ноутбук, мышь, интернет
<b>31</b>			Самостоятельная работа над творческим проектом	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение	Ноутбук, мышь, интернет
<b>32</b>			Самостоятельная работа над творческим проектом	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение	Ноутбук, мышь, интернет
<b>33</b>			Самостоятельная работа над творческим проектом	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение	Ноутбук, мышь, интернет
<b>34</b>			Самостоятельная работа над творческим проектом	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение	Ноутбук, мышь, интернет
<b>35</b>			Реализация проекта на 3D-принтере типа FDM	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение, помощь в реализации на 3D-принтере	Ноутбук, мышь, 3D-принтер

36			Итоговое занятие	2	Рефлексия		
----	--	--	------------------	---	-----------	--	--

**2 год обучения**

№ п/п	Дата по плану	Дата по факту	Тема занятия	Количество часов	Форма занятия	Форма контроля	Методико–дидактическое обеспечение
1			Вводное занятие. Повторение	2	Лекция	Опрос	Интерактивная панель
2			Основы 3D печати. Введение в аддитивные технологии. История развития и сферы применения	2	Лекция	Опрос	Интерактивная панель
3			Техника безопасности. Запуск и наладка 3D-принтера по технологии FDM.	2	Лекция, демонстрация, практическая работа	Опрос, педагогическое наблюдение	Ноутбук, интернет, 3D-принтер
4			Запуск и наладка 3D-принтера по технологии FDM.	2	Лекция, демонстрация, практическая работа	Опрос, педагогическое наблюдение	Ноутбук, интернет, 3D-принтер
5			Устройство и принцип работы FDM-принтера.	2	Лекция, демонстрация, практическая работа	Опрос, педагогическое наблюдение	Ноутбук, интернет, 3D-принтер

<b>6</b>			Практическая работа с 3D-принтером	2	Практическая работа	Опрос, педагогическое наблюдение	Ноутбук, интернет, 3D-принтер
<b>7</b>			Материалы для 3D-печати по технологии FDM	2	Лекция, демонстрация	Опрос, педагогическое наблюдение	Ноутбук, интернет, материалы для печати
<b>8</b>			Самостоятельный запуск и наладка 3D-принтера.	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение	Ноутбук, интернет, 3D-принтер, материалы для печати
<b>9</b>			Печать тестовых моделей. Обслуживание принтера.	2	Практическая работа, беседа	Опрос, педагогическое наблюдение	Ноутбук, интернет, 3D-принтер, материалы для печати
<b>10</b>			Печать тестовых моделей. Обслуживание принтера.	2	Практическая работа, беседа	Опрос, педагогическое наблюдение	Ноутбук, интернет, 3D-принтер, материалы для печати
<b>11</b>			Печать тестовых моделей. Обслуживание принтера.	2	Практическая работа, беседа	Педагогическое наблюдение	Ноутбук, интернет, 3D-принтер, материалы для печати

12			Печать тестовых моделей. Обслуживание принтера.	2	Практическая работа, беседа	Педагогическое наблюдение	Ноутбук, интернет, 3D-принтер, материалы для печати
13			Обзор программного обеспечения для работы с 3D-принтером. Общие понятия об управляющих программах (слайсерах).	2	Лекция, демонстрация	Опрос	Ноутбук, интернет
14			Обзор программного обеспечения для работы с 3D-принтером. Практическая работа с ПО	2	Лекция, демонстрация, практическая работа	Опрос, педагогическое наблюдение	Ноутбук, интернет
15			Подготовка моделей к печати в программной среде Cura. Разбор настроек и рабочей среды Cura	2	Лекция, демонстрация, практическая работа	Опрос, педагогическое наблюдение	Ноутбук, интернет
16			Разбор настроек и рабочей среды Cura	2	Лекция, демонстрация, практическая работа	Опрос, педагогическое наблюдение	Ноутбук, интернет

<b>17</b>			Разбор настроек рабочей среды Cuga и	2	Лекция, демонстрация, практическая работа	Опрос, педагогическое наблюдение	Ноутбук, интернет
<b>18</b>			Разбор настроек рабочей среды Cuga и	2	Лекция, демонстрация, практическая работа	Опрос, педагогическое наблюдение	Ноутбук, интернет
<b>19</b>			Разбор настроек рабочей среды Cuga и	2	Лекция, демонстрация, практическая работа	Опрос, педагогическое наблюдение	Ноутбук, интернет
<b>20</b>			Разбор настроек рабочей среды Cuga и	2	Лекция, демонстрация, практическая работа	Опрос, педагогическое наблюдение	Ноутбук, интернет
<b>21</b>			Разбор настроек рабочей среды Cuga и	2	Лекция, демонстрация, практическая работа	Опрос, педагогическое наблюдение	Ноутбук, интернет
<b>22</b>			Разбор настроек рабочей среды Cuga и	2	Лекция, демонстрация, практическая работа	Педагогическое наблюдение	Ноутбук, интернет

23			Дефекты, возникающие во время печати, анализ их причин и устранение	2	Лекция, демонстрация, практическая работа	Опрос, педагогическое наблюдение	Ноутбук, интернет, принтер, материалы печати	3D- для
24			Дефекты, возникающие во время печати, анализ их причин и устранение	2	Лекция, демонстрация, практическая работа	Опрос, педагогическое наблюдение	Ноутбук, интернет, принтер, материалы печати	3D- для
25			Дефекты, возникающие во время печати, анализ их причин и устранение	2	Лекция, демонстрация, практическая работа	Педагогическое наблюдение	Ноутбук, интернет, принтер, материалы печати	3D- для
26			Влияние параметров печати на характеристики изделия. Печать моделей.	2	Лекция, демонстрация, практическая работа	Опрос, педагогическое наблюдение	Ноутбук, интернет, принтер, материалы печати	3D- для
27			Итоговая творческая работа над своей моделью летательного аппарата с финишной проработкой, созданием декалей и использованием работа	2	Выбор объектов для творческого проекта	Педагогическое наблюдение	Ноутбук, интернет, принтер, материалы печати	3D- для



			для автоматического нанесения изображений.				
<b>28</b>			Самостоятельная работа	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение	Ноутбук, интернет, принтер, материалы для печати 3D-
<b>29</b>			Самостоятельная работа	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение	Ноутбук, интернет, принтер, материалы для печати 3D-
<b>30</b>			Самостоятельная работа	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение	Ноутбук, интернет, принтер, материалы для печати 3D-
<b>31</b>			Самостоятельная работа	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение	Ноутбук, интернет, принтер, материалы для печати 3D-
<b>32</b>			Использование робота для автоматического нанесения графических изображений	2	Демонстрация, практическая работа	Опрос, педагогическое наблюдение	Ноутбук, интернет, принтер, материалы для печати, робот для

							нанесения изображений
<b>33</b>			Использование робота для автоматического нанесения графических изображений	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение	Ноутбук, интернет, 3D-принтер, материалы для печати, робот для нанесения изображений
<b>34</b>			Самостоятельная работа	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение	Ноутбук, интернет, 3D-принтер, материалы для печати
<b>35</b>			Самостоятельная работа	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение, зачет	Ноутбук, интернет, 3D-принтер, материалы для печати
<b>36</b>			Итоговое занятие	2	Рефлексия	Оценка пройденного материала	