

МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЦЕНТР ОБРАЗОВАНИЯ «ПЕРСПЕКТИВА»

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ  
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА

**«ОСНОВЫ ПРОТОТИПИРОВАНИЯ»**

для обучающихся **6-11 классов**

Срок реализации—**2 года**

Направленность программы – **техническая**

Уровень программы - **углубленный**

Составители: Неудачин П.Е.,  
Неудачина Т.С., педагоги  
дополнительного образования,  
Тимофеев М.Г., инженер АО ПО «ЭХЗ»

Принята на заседании  
Педагогического совета  
Протокол № 2 от 02.06.2022  
Утверждена приказом № 115 от 28.06.2022

Директор  С.В. Антонюк



г. Зеленогорск  
2022 г.

## Пояснительная записка

### Актуальность и педагогическая целесообразность программы

В период перехода современного общества от индустриальной к информационной экономике, от традиционной технологии к гибким наукоёмким производственным комплексам исключительно высокие темпы развития наблюдаются в сфере прототипирования с применением 3D-печати. Эпоха потребления готовых товаров сменяется новой эпохой — эпохой самостоятельного изготовления необходимых предметов в бытовых условиях. Согласно исследованию [1] к 2030 году 10% товаров в мировой экономике будут производиться методами аддитивных технологий (3D-печати), при этом более 50% товаров от этого объема будут производиться в домашних условиях. На фоне этого растет потребность на рынке труда и в быту специалистов, способных самостоятельно формулировать требования к изготовлению новых вещей по индивидуальным потребностям, создавать модели этих вещей в подходящих 3D-редакторах и производить их посредством технологии 3D-печати.

Технологическое образование является одним из важнейших компонентов подготовки подрастающего поколения к самостоятельной жизни. Деятельностный характер технологического образования, направленность содержания на формирование учебных умений и навыков, обобщенных способов учебной, познавательной, коммуникативной, практической, творческой деятельности позволяет формировать у школьников способность ориентироваться в окружающем мире и подготовить их к продолжению образования в учебных заведениях любого типа.

Актуальность и мотивацию для выбора подростками данного вида деятельности показывает практическая направленность программы, возможность в ходе изучения программы создавать и применять в быту предметы, изготовленные под собственные нужды и потребности. Работа с программами моделирования и подготовки моделей к 3D-печати, а также изготовление вещей с применением 3D-принтеров позволяет школьникам в форме познавательной игры узнать многие важные идеи и развить необходимые в дальнейшей жизни навыки. Занятия по программе «Основы прототипирования» формируют специальные технические умения, развивают аккуратность, усидчивость, организованность, нацеленность на результат.

Проведение массовых мероприятий научно-технической направленности городского, краевого и Российского уровней показывает все большую представленность детских проектов по тематике «Прототипирование».

**Цель программы:** развитие научно-технического и творческого потенциала личности ребенка путем организации его деятельности в процессе интеграции начального инженерно-технического конструирования 3D-моделирования и 3D-печати.

**Задачи программы:**

- получение основных знаний по этапам разработки концепции готового изделия (назначение, размеры, характеристики);
- получение основных знаний по этапам инженерной графики, 3D-моделирования, 3D-печати;
- получение основных знаний по различным типам материалов, применяемых в

3D-печати и их свойствам;

- получение основных знаний по техническому эскизированию и инженерной графике;
- ознакомление с основами 3D-моделирования в САД «Компас 3D»;
- ознакомление с основами 3D-моделирования в полигональном редакторе «Blender 3D»;
- ознакомление с основами подготовки моделей к печати в программе-слайсере;
- ознакомление с основами работы микроконтроллеров, на примере микроконтроллера Arduino;
- ознакомление с основами программирования микроконтроллеров с применением среды Arduino IDE;
- ознакомление с основами 3D-печати с применением технологии наплавления нити (FDM-технологии);
- развитие умения творчески подходить к решению задачи;
- развитие умения довести решение задачи до готового изделия;
- развитие умения излагать мысли в четкой логической последовательности, отстаивать свою точку зрения, анализировать ситуацию и самостоятельно находить ответы на вопросы путем логических рассуждений;
- развитие умения презентовать результаты своей деятельности в устной и письменной форме.

### **Отличительные особенности программы**

Реализация программы осуществляется с использованием образовательных версий программного обеспечения для 3D-моделирования Компас 3D, бесплатных программ 3D-моделирования и подготовки 3D-моделей к процессу печати и 3D-принтеров, работающих по технологии наплавления нити (FDM-технологии), а также образовательных комплектов Arduino и среды программирования Arduino IDE.

Простота в построении модели в сочетании с большими конструктивными возможностями программного обеспечения Компас 3D позволяют детям в конце урока увидеть сделанную в программе модель, так, как она будет выглядеть после печати. А полученное после печати готовое изделие будет выполнять поставленную ими же самими задачу. Для развития эстетических качеств на втором году обучения осуществляется обучение 3D-моделированию в полигональном редакторе «Blender 3D», позволяющему прорабатывать художественную составляющую изделий. Использование микроконтроллеров и работающих с ними исполнительных устройств позволяет обучающимся «оживить» полученное изделие и придать ему новый интерактивный функционал. А необходимость программирования микроконтроллера на выполнение заданных действий разовьет навыки программирования. При построении модели затрагивается множество проблем из разных областей знания – от теории механики до психологии.

Курс предполагает использование компьютеров с установленным программным обеспечением для моделирования, подготовки моделей и управления 3D-принтером, а также программирования микроконтроллеров. Важно отметить, что компьютер используется как средство создания модели и подготовки ее к печати; его использование направлено на развитие пространственного мышления ребенка. Обучающиеся получают представление об особенностях работы с трехмерной

графикой, форматах хранения информации на разных этапах создания моделей и подготовки их к печати и зависимости свойств готовой модели от параметров, устанавливаемых для ее печати. На втором году обучения компьютер используется в качестве устройства для программирования микроконтроллеров, что позволит придать готовой модели новые свойства и добавить интерактивности. На этом этапе использование компьютера направлено на развитие технических навыков ребенка. Методические особенности реализации программы предполагают сочетание возможности развития индивидуальных творческих способностей и формирование умений взаимодействовать в коллективе, работать в группе. Программа предполагает возможность участия детей одной возрастной группы. Ведущие типы деятельности детей среднего школьного возраста обуславливают включение их в коллективную творческую деятельность, использование таких педагогических технологий как обучение в сотрудничестве, проектные методы обучения, технологию использования в обучении игровых методов, информационно-коммуникационные технологии. Выполнение практических работ и подготовка к соревнованиям различной направленности (разработка концепции готового изделия, выполнение технического эскиза, создание различных частей изделия и его сборка в программе трехмерного моделирования, подготовка модели к печати, печать и последующая обработка готового изделия) требует консультирования педагога, тщательной подготовки и соблюдения правил техники безопасности.

### **Возраст детей, участвующих в реализации программы**

Программа предусматривает занятия с обучающимися 6-11 классов. Содержание программы предполагает, что дети уже знакомы с такими понятиями как: простые механизмы, у них развито элементарное конструкторское мышление, они понимают принципы работы многих механизмов.

### **Сроки реализации программы, режим занятий**

Программа рассчитана на 2 года обучения. Годовая нагрузка на обучающегося составляет 144 часа. Режим занятий соответствует нормам и требованиям СанПиН: два раза в неделю по два академических часа с десяти минутным перерывом.

Для обучающихся также предусмотрена вариативная часть – от 1 до 2 часов в неделю (36-72 час.в год), предполагающая подготовку к соревнованиям, тренировочные соревнования (в малых группах, со сменным составом, индивидуальная работа, работа в парах), участие в конкурсах и фестивалях.

Предусматривается работа в малых группах при подготовке к соревнованиям. Допускается работа в разновозрастных группах, которые могут быть сформированы в зависимости от способностей обучающихся. Оптимальная наполняемость в объединении – 10 человек.

### **Формы занятий**

При проведении занятий используются следующие формы работы:

- лекционная (получение учащимися нового материала);
- самостоятельная (ученики выполняют индивидуальные задания в течение части занятия или одного-двух занятий);
- проектная деятельность (получение новых знаний, реализация личных

проектов);

- соревнования (практическое участие детей в разнообразных мероприятиях по прототипированию);
- работа в малых группах;
- погружение.

### **Ожидаемые результаты и способы определения результативности**

По окончании программы учащийся должен:

- знать основы технического рисунка и эскиза;
- уметь строить эскизы вещей в трех плоскостях и в аксонометрии с указанием базовых размеров;
- знать основы кинематических схем 3D-принтера;
- знать базовые свойства пластиков для печати и выбирать необходимый пластик в зависимости от требуемых свойств изделий;
- уметь моделировать в САД и полигональных редакторах;
- уметь переводить созданные в трехмерных редакторах модели в формат, необходимый для работы программы подготовки печати;
- уметь подготавливать модели для печати в специализированной программе с учетом свойств используемых пластиков;
- уметь печатать модели на 3D-принтере и проводить их последующую обработку;
- уметь придавать интерактивность созданным моделям с применением микроконтроллеров и исполнительных механизмов;
- уметь создавать собственные проекты и защищать их;
- уметь описывать проделанную работу в виде статей.

#### **Предъявляемым результатом будет:**

- Создание не менее 3-х моделей в год по заданным образцам по полному циклу, включая снятие размеров и создание эскизов;
- Создание не менее двух индивидуальных проектов;
- Участие в соревнованиях и мероприятиях различного уровня.

#### **Виды и формы контроля**

- индивидуальные задания;
- контрольные задания;
- личные проекты;
- участие в соревнованиях и мероприятиях различного уровня.

Текущий контроль проходит в виде состязаний, конкурса статей или выставки проектов, оцениваемых по технологическим картам.

Итоговый контроль по темам проходит в виде состязаний на ежеквартальных мероприятиях. Соревнования включают в себя проектирование, моделирование и создание прототипа изделия, соответствующего поставленным условиям. Результаты контроля фиксируются в протоколах состязаний. По каждому параметру разработаны критерии.

**Базовый уровень** предполагает усвоение основных тем программы, работу на репродуктивном уровне.

**Повышенный уровень** предполагает усвоение основных тем программы, самостоятельность в выборе инструментария, способов работы при выполнении

задания.

**Творческий уровень** предполагает возникновение самостоятельных идей у обучающихся и реализацию их через участие в различных проектах, конкурсах, фестивалях и т.п.

## УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

### Первый год обучения

	Наименование разделов	Кол-во часов		
		Теория	Практика	Всего
	Наименование тем			
<b>1</b>	<b>Введение в прототипирование</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>2</b>
1.1	Введение в прототипирование. Инструктаж по технике безопасности.	2	-	2
<b>2</b>	<b>Обзор графики</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>10</b>
2.1	Виды графики (изобразительная графика, инженерная графика, компьютерная графика).	2	-	2
2.2	Введение в компьютерную графику. Растровая и векторная графика. Знакомство с редакторами изображений.	2	4	6
2.3	Переход от плоской компьютерной графики к объемной 3D-графики. Отображение 3D-графики на компьютере. Рендеринг	2	-	2
<b>3</b>	<b>Основы технического рисунка</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>14</b>
3.1	Введение в эскизирование, аксонометрия.	2	4	6
3.2	Работа с проекциями.	2	2	4
3.3	Представление детали в проекциях, разрезы.	2	2	4
<b>4</b>	<b>Размеры</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>8</b>
4.1	История возникновения размеров. Типы размеров. Единицы размеров.	2	-	2
4.2	Нанесение размеров на эскизы.	2	4	6
<b>5</b>	<b>Основы 3 D моделирования</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>6</b>
5.1	Типы 3D-редакторов. Твёрдотельные, сплайновые и полигональные редакторы. Различия и область применения.	2	-	2
5.2	Основы работы с твердотельным редактором на примере «ThinkerCAD».	2	2	4
<b>6</b>	<b>Технология 3 D моделирования</b>	<b>20</b>	<b>28</b>	<b>48</b>
6.1	Введение в интерфейс САД «Компас 3D»	2	-	2
6.2	Работа с эскизами, типы линий, типы примитивов.	2	2	4
6.3	Вспомогательная геометрия. Вспомогательные прямые. Вспомогательные плоскости.	4	4	8
6.4	Работа с размерами. Нанесение размеров и привязок	2	4	6
6.5	Построение объемных объектов из эскизов.	2	2	4
6.6	Создание объекта по образцу.	2	6	8

6.7	Кинематические операции.	2	4	6
6.8	Копирование объектов. Массивы.	2	4	6
6.9	Работа с моделированием плоскостями.	2	2	4
<b>7</b>	<b>3 D печать</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	<b>28</b>
7.1	Введение в 3D-печать методом наплавления нити. Устройство 3D-принтера, типы используемой кинематики.	2	-	2
7.2	Типы пластиков. Области применения.	2	-	2
7.3	Особенности печати разными типами пластиков. Типовые параметры печати для различных типов пластиков.	2	-	2
7.4	Подготовка модели к печати. Слайсеры.	2	4	6
7.5	Калибровка и настройка принтера.	2	4	6
7.6	Печать моделей	2	8	10
<b>8</b>	<b>Проектная работа, подготовка к соревнованиям, соревнования</b>	<b>8</b>	<b>20</b>	<b>28</b>
Итого часов:		<b>62</b>	<b>82</b>	<b>144</b>

### Второй год обучения

	Наименование разделов	Кол-во часов		
		Теория	Практика	Всего
	Наименование тем			
<b>1</b>	<b>Введение в прототипирование</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>2</b>
1.1	Введение в прототипирование. ТБ	2		2
<b>2</b>	<b>Технология 3 D моделирования</b>	<b>22</b>	<b>50</b>	<b>72</b>
2.1	Основы построения технического рисунка.	2	-	2
2.2	Принципы моделирования в САД.	2	2	4
2.3	Подготовка модели к печати, калибровка принтера.	-	4	4
2.4	Работа с эскизами, типы линий, типы примитивов.	2	6	8
2.5	Вспомогательная геометрия. Вспомогательные	4	6	10
2.6	Работа с размерами. Нанесение размеров и привязок	2	6	8
2.7	Построение объемных объектов из эскизов.	2	4	6
2.8	Создание объекта по образцу.	2	6	8
2.9	Кинематические операции.	2	6	8
2.10	Копирование объектов. Массивы.	2	6	8
2.11	Работа с моделированием плоскостями.	2	4	6
<b>3</b>	<b>Введение в полигональную 3D-графику</b>	<b>18</b>	<b>24</b>	<b>42</b>
3.1	Представление модели в виде полигонов. Меш и его составляющие	2	2	4
3.2	Основы интерфейса 3D-редактора Blender. Режимы работы. Переключение между режимами.	2	2	4
3.3	Быстрые клавиши. Работа с stl файлами. Масштабирование, дублирование и перемещение объектов.	2	4	6
3.4	Создание объектов. Модификаторы.	2	4	6
3.5	Работа в режиме редактирования. Правка меша.	4	6	10

3.6	Работа в режиме скульптинга.	4	4	8
3.7	Проверка целостности меша перед печатью.	2	2	4
<b>4</b>	<b>Основы электроники и гидравлики</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>18</b>
4.1	Основы электроники. Закон Ома.	4	-	4
4.2	Принцип работы радиокомпонентов.	2	4	6
4.3	Основы работы гидравлики. Преобразование движения в давление и наоборот. Элементы гидравлических цепей.	4	4	8
<b>5</b>	<b>Знакомство с платформой «Arduino»</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>16</b>
5.1	Устройство и принцип работы микроконтроллера.	2	2	4
5.2	Типы датчиков и исполнительных механизмов. Подключение к микроконтроллеру.	2	4	6
5.3	Платформа «Arduino». Шилды.	2	4	6
<b>6</b>	<b>Основы языка программирования «C» для прототипирования</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>32</b>
6.1	Принципы программирования «Arduino».	2	4	6
6.2	Основы языка «C» для «Arduino». Типы представления данных	4	6	10
6.3	Работа с датчиками.	4	4	8
6.4	Работа с исполнительными механизмами.	4	4	8
<b>7</b>	<b>Проектная работа, (подготовка к соревнованиям, соревнования)</b>	<b>8</b>	<b>26</b>	<b>34</b>
Итого часов:		<b>80</b>	<b>136</b>	<b>216</b>

## СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

### Первый год обучения

Тема 1. Введение в прототипирование. ТБ

Что такое прототипирование? Что такое 3D-моделирование и 3D-печать. Для чего нужна 3D-печать. Какие бывают принтеры. Современные тенденции прототипирования и 3D-печати. Зарубежные и отечественные разработки. Презентация программы.

Тема 2. Обзор графики

Виды графики (изобразительная графика, инженерная графика, компьютерная графика). Введение в компьютерную графику. Растровая и векторная графика. Знакомство с редакторами изображений. Переход от плоской компьютерной графики к объемной 3D-графике. Отображение 3D-графике на компьютере. Рендеринг.

Лабораторные работы: «Работа с растровым редактором», «Работа с векторным редактором»

Контрольное занятие «Плоский рисунок на компьютере».

Тема 3. Основы технического рисунка

Введение в эскизирование, аксонометрия. Типы линий. Системы координат. Работа с проекциями. Представление детали в проекциях, разрезы.

Лабораторные работы: «Создание эскиза в аксонометрии», «Создание эскиза в трех плоскостях», «Создание эскиза с разрезами»

#### Тема 4. Размеры

История возникновения размеров. Типы размеров. Единицы размеров. Введение в эргономику. Нанесение размеров на эскизы.

Лабораторные работы: «Нанесение размеров на эскиз в аксонометрии», «Нанесение размеров на эскиз с плоскостями».

Контрольное занятие «Создание эскиза образца с размерами»

#### Тема 5. Основы 3 D моделирования

Типы 3D-редакторов. Твердотельные, сплайновые и полигональные редакторы. Различия и область применения. Основы работы с твердотельным редактором на примере «ThinkerCAD».

Лабораторная работа: «Создание модели по эскизу в редакторе «ThinkerCAD»

#### Тема 6. Технология 3 D моделирования

Принцип работы в программах «Компас 3D», «Блэндер». Эскизирование, создание технического рисунка. Типы линий в программах, возможности их использования. Использование вспомогательных линий и плоскостей.

Разновидности размеров (габаритные, внутренние и т.д.), правильное нанесение размеров на изделие и на чертеж. Способы вычисления размеров геометрическим путем. Моделирование объемных объектов по заданным чертежам и эскизам, пропорции. Создание объектов по образцу: способность правильного измерения деталей, навыки пользования измерительными инструментами. Примеры пользования кинетическими операциями в программе. Моделирование с помощью плоскостей

#### Тема 7. 3 D печать

Работа с 3D принтерами. Виды 3D печати, виды пластика. Калибровка принтера для настройки печати. Работа со слайсерами. Особенности процесса печати на принтере.

Тема 8. Проектная работа, подготовка к соревнованиям. Соревнования. (WorldSkillsJunior, ЮниорПрофи, Вздумай, Перспектива 3D)

### **Второй год обучения**

#### Тема 1. Введение в прототипирование. ТБ

Что такое прототипирование? Что такое 3D-моделирование и 3D-печать. Для чего нужна 3D-печать. Какие бывают принтеры. Современные тенденции прототипирования и 3D-печати. Зарубежные и отечественные разработки.

#### Тема 2. Технология 3 D моделирования

Принцип работы в программах «Компас 3D», «Блэндер». Эскизирование, создание технического рисунка. Типы линий в программах, возможности их использования. Использование вспомогательных линий и плоскостей. Разновидности размеров (габаритные, внутренние и т.д.), правильное нанесение размеров на изделие и на чертеж. Способы вычисления размеров геометрическим путем. Моделирование объемных объектов по заданным чертежам и эскизам, пропорции. Создание объектов по образцу: способность правильного измерения деталей, навыки пользования измерительными инструментами. Примеры пользования кинетическими операциями в программе. Моделирование с помощью плоскостей

**Тема 3. Введение в полигональную 3D-графику**  
**Понятие полигона. Способы работы.**

**Тема 4. Основы электроники и гидравлики**  
Принцип работы электрической гидравлической схем

**Тема 5. Знакомство с платформой «Arduino»**  
Основы электроники. Работа с конструктором «Ардуино». Макетные платы. Установка в макет.

**Тема 6. Основы языка программирования «С» для прототипирования**  
Знакомство с ПО Arduino IDE. Блок схема программы, логика. Базовые проекты от Arduino «Матрешка».

**Тема 7. Проектная работа, подготовка к соревнованиям. Соревнования.**  
(WorldSkillsJunior, ЮниорПрофи, Вздумай, Перспектива 3D)

**Условия реализации данной программы:**

Для проведения занятий необходимо использовать образовательные конструкторы Arduino, 3 D принтер, компьютеры (ноутбуки/нетбуки).

Предпочтительная конфигурация технических и программных средств включает:

- учебный класс (8-10 рабочих мест);
- 3 D принтер;
- наборы конструкторов Arduino, паяльные станции;
- компьютеры ОС Windows XP, W7 с установленной программой Компас 3D, Blender, Arduino ID, Polygon, GIMP, Inscapе.

**Список литературы:**

1. Степакова В.В. Методическое пособие по черчению / В.В. Степакова. – Москва «Просвещение», 2001. – 93 с.
2. Савельев Ю.А. ТРЕХМЕРНАЯ ГРАФИКА средствами системы «КОМПАС-3D V10»/ Ю.А. Савельев – Екатеринбург,2010.
3. Павлова, А. А. Основы черчения.Учебник / А. А. Павлова, Е.И. Корзинова, Н.А. Мартыненко. – Academia, 2014. – 272 с.
- 4.** Методические указания по использованию систем КОМПАС, ВЕРТИКАЛЬ и ЛОЦМАН:PLM в учебном процессе [Электронный ресурс]. – Режим доступа:  
<https://edu.ascon.ru/main/library/methods/?cat=35>
5. Technological Forecasting & Social Change 117 (2017) 84–97, Predicting the future of additive manufacturing: A Delphi study on economic and societal implications of 3D printing for 2030 by Ruth Jiang, Robin Kleer, Frank T. Piller