

# МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
дополнительного профессионального образования  
**«Академия реализации государственной политики  
и профессионального развития работников образования  
Министерства просвещения Российской Федерации»  
(ФГАОУ ДПО «Академия Минпросвещения России»)»**

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. директора

ФГАОУ ДПО «Академия  
Минпросвещения России»



С.М. Кожевников

2020 г.

**Дополнительная профессиональная программа  
(повышение квалификации)**

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ «ПЕДАГОГИЧЕСКОГО КВАНТОРИУМА» НА БАЗЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ ПО 3D-МОДЕЛИРОВАНИЮ, ПРОТОТИПИРОВАНИЮ И РЕВЕРСИВНОМУ ИНЖИНИРИНГУ**

**Авторский коллектив:**

Лакомкин С.А., ГАОУ ДПО МЦКО

Марко А.А., ГАОУ ДПО МЦКО, к.ф.-м.н., доцент

# МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
дополнительного профессионального образования  
**«Академия реализации государственной политики  
и профессионального развития работников образования  
Министерства просвещения Российской Федерации»  
(ФГАОУ ДПО «Академия Минпросвещения России»)»**

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. директора  
ФГАОУ ДПО «Академия  
Минпросвещения России»

\_\_\_\_\_ С.М. Кожевников  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

**Дополнительная профессиональная программа  
(повышение квалификации)**

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ  
«ПЕДАГОГИЧЕСКОГО КВАНТОРИУМА»  
НА БАЗЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ  
ПО 3D-МОДЕЛИРОВАНИЮ, ПРОТОТИПИРОВАНИЮ  
И РЕВЕРСИВНОМУ ИНЖИНИРИНГУ**

**Авторский коллектив:**

Лакомкин С.А., ГАОУ ДПО МЦКО  
Марко А.А., ГАОУ ДПО МЦКО, к.ф.-м.н., доцент

*России*

## Раздел 1. Характеристика программы

**1.1. Цель реализации программы:** совершенствование профессиональных компетенций слушателей в области использования современных средств обучения «Педагогического кванториума» на базе образовательных решений по 3D-моделированию, прототипированию и реверсивному инжинирингу.

### 1.2. Планируемые результаты обучения

<b>Трудовые действия (Профстандарт «Педагог». Общепедагогическая функция. Обучение)</b>	<b>Знать</b>	<b>Уметь</b>
1. Планирование и проведение учебных занятий. 2. Формирование навыков, связанных с информационно-коммуникационными технологиями.	1. Функциональные возможности средств обучения на базе образовательных решений по 3D-моделированию, прототипированию и реверсивному инжинирингу. 2. Основные подходы к созданию 3D-моделей объектов в САД-системах и средах параметрического моделирования. 3. Основные подходы к созданию материальных объектов и их моделей средствами 3D-печати, лазерной резки, 3D-сканирования. 4. Основные подходы к применению средств обучения: 3D-принтеры, 3D-сканеры, станки лазерной резки, станки с ЧПУ в образовательном процессе.	1. Использовать средства обучения на базе образовательных решений по моделированию и прототипированию при проведении учебных занятий. 2. Создавать 3D-модели объектов в САД-системах и системах параметрического моделирования. 3. Осуществлять настройку и эксплуатацию аддитивных станков (3D-принтеров) и станков лазерной резки. 4. Осуществлять настройку и эксплуатацию 3D-сканеров с дальнейшей обработкой массивов данных.

**1.3. Категория обучающихся:** учителя физики, технологии, информатики и ИКТ; преподаватели и специалисты организаций высшего образования, среднего профессионального образования, дополнительного профессионального образования, педагогических кванториумов, центров непрерывного повышения профессионального мастерства педагогических работников.

**1.4. Форма обучения:** очно-заочная с применением дистанционных образовательных технологий.

**1.5. Срок освоения программы:** 40 часов.

## Раздел 2. «Содержание программы»

### 2.1. Учебный (тематический) план.

№ п/п	Наименование разделов (модулей) и тем	Всего, час.	Виды учебных занятий, учебных работ		Самостоятельная работа	Формы контроля
			Лекции	Практические занятия		
<b>1. Базовая часть</b>						
1.1	Модуль 1. Приоритетные направления государственной образовательной политики	4			4	Тестирование
1.1.1	Государственная политика в сфере общего образования Российской Федерации	2			2	
1.1.2	Цифровая трансформация образования	2			2	
<b>2. Профильная часть</b>						
2.1	Раздел 1 Современные средства обучения на базе образовательных решений по прототипированию и реверсивному инжинирингу	6	2	2	2	Тестирование

<b>2.2.</b>	<b>Раздел 2. Функциональные возможности компьютерных проектных сред разработки 2D- и 3D-моделей</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	Решение кейса
2.2.1.	Основы создания 2D- и 3D-моделей в CAD- системах	4	1	2	1	
2.2.2.	Основы создания 2D- и 3D-моделей средствами параметрического моделирования	4	1	2	1	
2.2.3.	Основы реверсивного инжиниринга как технологии создания 3D- модели физического объекта с использованием 3D-сканера	4	1	2	1	
<b>2.3.</b>	<b>Раздел 3. Технологии быстрого прототипирования с использованием аддитивных и субтрактивных станков</b>	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>12</b>		Решение кейса
2.3.1.	Прототипирование на аддитивных станках	7	1	6		
2.3.2.	Прототипирование с использованием технологий лазерной резки и гравировки	7	1	6		
<b>3.</b>	<b>Итоговая аттестация</b>	<b>4</b>		<b>4</b>		<b>Защита проекта</b>
<b>Итого</b>		<b>40</b>	<b>7</b>	<b>24</b>	<b>9</b>	

## 2.2. Рабочая программа

### 1. Базовая часть

#### **Раздел 1. Приоритетные направления государственной образовательной политики**

##### **1.1.1. Государственная политика в сфере общего образования Российской Федерации** *(самостоятельная работа – 2 часа)*.

Образовательное законодательство Российской Федерации. Цели и ключевые задачи Российской Федерации в сфере образования. Показатели федеральных проектов.

Механизмы достижения поставленных целей. Единая система научно-методического сопровождения педагогических работников и управленческих кадров.

##### **1.1.2. Цифровая трансформация образования** *(самостоятельная работа – 2 часа)*.

Национальная цель «Цифровая трансформация». Суть цифровой трансформации образования. Технологическое обновление и новая дидактика образования, персонализации образовательного процесса на основе использования растущего потенциала цифровых технологий. Актуальные навыки и практики преподавания в цифровую эпоху.

### 2. Профильная часть

#### **Раздел 1. Современные средства обучения на базе образовательных решений по прототипированию и реверсивному инжинирингу** *(лекции – 2 часа, практическая работа – 2 часа, самостоятельная работа – 2 часа)*.

Лекция. Современные технологии производства и обработки конструкционных материалов. Отбор и проектирование предметного, межпредметного и специализированного содержания с использованием образовательных решений по 2D и 3D моделированию, прототипированию с использованием 3D-принтеров, лазерных и фрезерных станков с ЧПУ, реверсивному инжинирингу с использованием 3D-сканеров. Основные подходы к применению современных средств обучения.

Практическое занятие. Анализ кейсов учебных занятий в рамках реализации образовательных программ предметной области «Технология» с использованием 3D-принтеров, 3D-сканеров, станков лазерной резки, токарных и фрезерных станков с ЧПУ.

Самостоятельная работа. Изучение моделей реализации образовательных программ основного и дополнительного образования.

Изучение номенклатуры средств обучения, подходов к их применению и содержания учебных программ курсов предметной области «Технология».

## **Раздел 2. Функциональные возможности компьютерных проектных сред разработки 2D- и 3D-моделей**

**Тема 2.2.1. Основы создания 2D- и 3D-моделей в САД-системах** (лекция – 1 ч., практические занятия – 2 ч., самостоятельная работа – 1 ч.)

Лекция. Функциональные возможности программных продуктов для создания 2D- и 3D-моделей объектов. Основные приемы и техники создания моделей с различной геометрией.

Практическое занятие. Выполнение учебных кейсов по созданию 3D- и 2D-моделей средствами САД-систем. Создание моделей объектов по эскизу, чертежу и очерку с использованием САД-систем.

Самостоятельная работа. Разработка технических описаний, эскизов, чертежей, очерков для организации работ школьников по формированию умений и навыков по созданию 2D- и 3D-моделей в САД-системах.

**Тема 2.2.2. Основы создания 2D- и 3D-моделей средствами параметрического моделирования** (лекция – 1 ч., практические занятия – 2 ч., самостоятельная работа – 1 ч.)

Лекция. Функциональные возможности компьютерных сред разработки 2D- и 3D-моделей средствами параметрического моделирования. Основы программирования в средах параметрического моделирования на базе блочного программирования и традиционного написания кода.

Практическое занятие. Выполнение учебных кейсов по созданию 3D- и 2D-моделей средствами параметрического моделирования. Создание моделей объектов с использованием математических функций кривых второго порядка и поверхностей.

Самостоятельная работа. Разработка технических описаний для организации работ школьников по формированию умений и навыков по созданию 2D- и 3D-моделей в средах разработки на основе параметрического моделирования.

**Тема 2.2.3. Основы реверсивного инжиниринга как технологии создания 3D-модели физического объекта с использованием 3D-сканера** (лекция – 1 ч., практические занятия – 2 ч., самостоятельная работа – 1 ч.)

Лекция. Технологии получения и обработки массивов данных при 3D-сканировании объектов с дальнейшей процедурой обработки и получения цифрового двойника реального объекта. Типы, возможности и особенности

3D-сканеров. Особенности 3D-сканирования объектов с различной геометрией и отражающей поверхностью.

Практическое занятие. Выполнение учебных кейсов по настройке и эксплуатации 3D-сканеров различных типов с целью получения массивов данных и их последующей обработки до цифрового двойника.

Самостоятельная работа. Разработка и создание 3D-моделей объектов для организации работ школьников по формированию умений и навыков реверсивного инжиниринга.

### **Раздел 3. Технологии быстрого прототипирования с использованием аддитивных и субтрактивных станков**

**Тема 2.3.1. Прототипирование на аддитивных станках** (лекция – 1 ч., практические занятия – 6 ч.)

Лекция. Основные подходы к созданию материальных объектов и их моделей средствами 3D-печати с использованием твердотельных пластиков ABS, PLA, фотополимерных материалов. Подготовка моделей к печати, калибровка и настройка аддитивного станка, постобработка изделий.

Практическое занятие. Подготовка 3D-модели к печати на аддитивном станке с использованием программ-слайсеров, калибровка, настройка и эксплуатация 3D-принтера, постобработка полученного изделия.

**Тема 2.3.2. Прототипирование с использованием технологий лазерной резки и гравировки** (лекция – 1 ч., практические занятия – 6 ч.)

Лекция. Основные подходы к созданию материальных объектов и их моделей средствами лазерной резки, гравировки, фрезерных и токарных работ на станках с ЧПУ. Алгоритмы и правила подготовки моделей к прототипированию, калибровка и настройки станков лазерной резки и фрезерных станков с ЧПУ, постобработки изделий.

Практическое занятие. Подготовка 2D-модели к изготовлению на станке лазерной резки с использованием программ-слайсеров, калибровка, настройка и эксплуатация станка лазерной резки, постобработка полученного изделия.



## Раздел 3. Формы аттестации и оценочные материалы

### Базовая часть

#### Раздел 1. Приоритетные направления государственной образовательной политики

Обучение по разделу 1 завершается тестированием.

Тест включает 15 вопросов, каждый верный ответ оценивается в 1 балл. Тестирование пройдено успешно, если правильно выполнено не менее 60% заданий, соответственно набрано не менее 9 баллов.

Интерпретация результатов:

- 60% выполненных заданий и выше – слушатель освоил содержание темы;
- менее 60% выполненных заданий – результат недостаточен, рекомендовано повторное прохождение темы.

#### Примеры тестовых заданий

1. Расставьте в иерархической последовательности нижеприведенные документы:

- 1) Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации»;
- 2) Национальная доктрина образования в Российской Федерации;
- 3) Конституция Российской Федерации;
- 4) Указ Президента Российской Федерации «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года».

2. Основными принципами цифровой дидактики выступают (выбор всех правильных вариантов):

- 1) персонализация образовательного процесса;
- 2) ограниченный набор верифицированных образовательных ресурсов;
- 3) многоступенчатый мониторинг достижений ребенка;
- 4) сохранение традиционной роли учителя.

### Профильная часть

Текущий контроль осуществляется в двух формах: тестирование и решение кейсов.

**Тестирование** выполняется в компьютерной форме. В тест включены вопросы с выбором одного варианта из множества, с выбором нескольких вариантов из множества, с кратким ответом и установлением соответствия между элементами. Тест считается пройденным при верном выполнении 80% заданий.

Тест содержит 10 вопросов. На выполнение теста отводится 30 минут. Количество попыток не ограничено.

### Примеры тестовых заданий

1. Приведите параметры 3D-печати на FDM-принтере, которые в наибольшей степени влияют на качество полученного (напечатанного) изделия.

Ответ: \_\_\_\_

2. В чем состоят основные отличия при работе с PLA- и ABS-пластиками? Выберите один или несколько вариантов ответа.

1. У ABS-пластика температура 3D-печати выше.
2. У PLA-пластика температура 3D-печати выше.
3. ABS-пластик в большей степени подвержен усадке.
4. PLA-пластик в большей степени подвержен усадке.
5. Для печати PLA-пластиком обязательно нужен подогреваемый стол.

3. В каком формате необходимо сохранить файл после постобработки результатов 3D-сканирования для дальнейшей работы в САД-системах?

Ответ: \_\_\_\_

4. Объект с какой поверхностью предпочтителен для 3D-сканирования? Выберите один вариант ответа.

1. Черный глянцевый.
2. Черный матовый.
3. Белый матовый.
4. Белый глянцевый.
5. Прозрачный.

**Кейсы** представляют собой практико-ориентированные задачи, выполнение которых предполагает использование программных продуктов для моделирования и реального оборудования для прототипирования и реверсивного инжиниринга. Отчет представляет собой электронный документ – 3D- или 2D-модель объекта, а также материальный объект, полученный путем 3D-печати или лазерной резки.

Кейс считается выполненным при наборе не менее 80% от максимального балла.

### Примеры кейсов

- Создать комплект, состоящий из плоского очерка и трехмерного тела, соответствующего данному очерку. Рамка с очерком выполняется из листового материала на станке лазерной резки, а объект изготавливается на 3D-принтере.

### ***Обобщенные критерии оценивания:***

1. Разработана и представлена 3D-модель тела (2 балла).
  2. Разработана и представлена 2D-модель очерка (2 балла).
  3. Изготовлен и представлен очерк (2 балла).
  4. Изготовлен и представлен объект (2 балла).
  5. Соответствие объекта и его очерка (2 балла).
- Произвести сканирование сплошного 3D-объекта. В программе твердотельного моделирования внести изменения в модель объекта: отверстия, изменения геометрии. Подготовить g-код для печати полученной модели на 3D-принтере. Произвести печать и постобработку полученного объекта.

### ***Обобщенные критерии оценивания:***

1. Выполнение 3D-сканирования объекта (2 балла).
2. Выполнение преобразований 3D-модели объекта (2 балла).
3. Подготовка g-кода для печати объекта (2 балла).
4. Печать объекта на 3D-принтере (2 балла).
5. Постобработка объекта (2 балла.)

## **Итоговая аттестация**

Итоговая аттестация проводится в форме защиты проекта, выполненного с использованием образовательных решений по прототипированию и реверсивному инжинирингу. Проект представляет собой методическую разработку учебного кейса для школьников с использованием САD-систем моделирования, 3D-принтеров, 3D-сканеров, станков лазерной резки. В состав методической разработки должны входить техническое задание для школьников, возможное решение в виде 2D- или 3D-модели, возможный вариант управляющего кода для исполнительного устройства и материальный объект, а также критерии оценки качества реализации школьником технического задания.

### **Пример проектного задания**

Разработать учебное техническое задание для школьников по созданию материального объекта методом прототипирования с использованием технологий 3D-сканирования и 3D-печати. Произвести 3D-сканирование дверной ручки. В программе постобработки произвести дообработку модели. Используя полученную модель, необходимо в программе для твердотельного моделирования разработать (сделать чертеж, произвести моделирование составных частей и сделать анимацию сборки) приспособление для

бесконтактного (локтевого) открывания двери. Приспособление должно быть съемным и соответствовать размерам дверной ручки. После этого распечатать итоговый прототип устройства на 3D-принтере.

**Обобщенные критерии оценивания:**

1. Представлено техническое задание (2 балла).
2. Представлен возможный вариант модели (2 балла).
3. Представлен возможный вариант управляющего кода (2 балла).
4. Представлен материальный объект (2 балла).
5. Представлены критерии оценки работы школьников (2 балла).

Итоговый проект считается выполненным при наборе не менее 80% от максимального балла.

#### **Раздел 4. Организационно-педагогические условия реализации программы**

##### **4.1. Учебно-методическое обеспечение и информационное обеспечение программы**

###### **Литература**

1. Копосов Д.Г. 3D-моделирование и прототипирование. Уровень 1. Внеурочная деятельность. 7 класс. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2019.
2. Копосов Д.Г. 3D-моделирование и прототипирование. Уровень 1. Внеурочная деятельность. 8 класс. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2019.
3. Никонов В. КОМПАС-3D: создание моделей и 3D-печать. – М.: Литрес, 2020.
4. Полищук Н. Самоучитель AutoCAD 2017. – М.: Литрес, 2017.
5. Юричев Д. Reverse Engineering для начинающих. – М.: Литрес, 2020.

##### **4.2. Материально-технические условия реализации программы**

Для реализации программы необходимы специализированное учебное пространство «Педагогический кванториум» или его аналоги с наличием нескольких образовательных решений по прототипированию и реверсивному инжинирингу: 3D-принтеры, 3D-сканеры, станок лазерной резки, фрезерный станок с ЧПУ. Расходные материалы для принтеров: пластик ABS, PLA, фотополимеры; листовой материал для лазерной резки: фанера, органическое стекло. Программные продукты для 3D-моделирования.

