

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

**СОГЛАСОВАНО**

Начальник ОУМО ДПО УДПО

 Р.Р. Анамова

«20» 09 2018 г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

 Д.А. Козорез

«20» 09 2018 г.

Дополнительная профессиональная программа  
(повышение квалификации работников образовательных учреждений)

**«Основы цифровых технологий производства»**

**Автор**

Рипецкий А.В., к.т.н., доцент каф. 904

**Направление:**

IT и средовые компетенции

**Уровень:** продвинутый

Москва, 2018

## Раздел 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

### 1.1 Цель реализации программы

**Цель:** совершенствование профессиональных компетенций обучающихся в области основ цифровых технологий производства для реализации трудовых действий в рамках имеющейся квалификации, а именно обучения школьников в инженерных классах цифровым технологиям производства.

**Актуальность** программы обусловлена тем, что одним из трендов и драйверов развития промышленности в России является переход от традиционного производства к цифровому. Владея основами цифровых технологий производства, педагоги смогут познакомить учащихся с современным оборудованием и технологиями производства, а также сформировать у них мотивацию к выбору профессиональной деятельности по инженерным специальностям и намерения поступать в высшие учебные заведения инженерной направленности.

В процессе освоения программы слушатели приобретают знания и умения по проектированию и реализации эффективного образовательного процесса с использованием специализированного прикладного программного обеспечения (3D-моделирование и 3D-печать) и имеющегося в школе лабораторного и цифрового оборудования (3D-принтеры и персональные компьютеры), навыки использования технологического оборудования для 3D-печати.

Программа направлена на совершенствование компетенций педагогов согласно Федеральному государственному образовательному стандарту [2] по направлению 44.03.01 «Педагогическое образование» и направлению 09.03.03 «Прикладная информатика» [3].

Таблица 1. Компетенции по направлению 44.03.01 «Педагогическое образование»

№ п/п	Компетенция	Код компетенции
1	Способность осуществлять педагогическое сопровождение социализации и профессионального самоопределения обучающихся.	ПК-5
2	Способность организовывать сотрудничество обучающихся, поддерживать активность и инициативность, самостоятельность обучающихся, развивать их творческие способности.	ПК-7
3	Способность руководить учебно-исследовательской деятельностью обучающихся.	ПК-12

Таблица 2. Компетенции по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика»

№ п/п	Компетенция	Код компетенции
1	Способность принимать участие в управлении проектами создания информационных систем на стадиях жизненного цикла	ПК-17
2	Способность осуществлять и обосновывать выбор проектных решений по видам обеспечения информационных систем	ПК-20
3	Способность применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач	ПК-23

В рамках освоения программы обучающиеся готовятся в основном к решению задач проектного типа деятельности.

## 1.2 Планируемые результаты обучения

В результате обучения по программе предполагается сформировать у обучающихся указанные в таблицах 1 и 2 компетенции на уровнях «уметь выполнять» и «знать».

Освоение указанных компетенций на уровне «владеть» целесообразно обеспечить путем выполнения обучающимися трудовых функций при реализации дополнительной общеобразовательной программы предпрофессиональной подготовки школьников в их учебной организации.

Таблица 3. Трудовые функции профстандарта «Педагог (...)»

Наименование обобщенной трудовой функции	Наименование трудовой функции (коды формируемых компетенций по табл.1)
А. Преподавание по дополнительным общеобразовательным программам	А/01.6 Организация деятельности учащихся, направленной на освоение дополнительной общеобразовательной программы (ПК-5, ПК-7, ПК-12)
	А/02.6 Воспитательная деятельность, связанная с регулированием поведения учащихся для обеспечения безопасной образовательной среды (ПК-7, ПК-12)
	А/03.6 Развивающая деятельность, направленная на наблюдение и выявление поведенческих и личностных проблем обучающихся, связанных с особенностями их развития (ПК-5)
	А/04.6 Педагогический контроль и оценка освоения дополнительной общеобразовательной программы (ПК-5, ПК-7)
В. Педагогическая деятельность по проектированию и реализации основных образовательных программ	В/02.6 Педагогическая деятельность по реализации программ начального образования, направленная на определение на основе анализа учебной деятельности учащегося оптимальных (в том или ином предметном образовательном контексте) способов его обучения и развития (ПК-5)
	В/03.6 Педагогическая деятельность по реализации программ основного и среднего образования, направленная на определение на основе анализа учебной деятельности учащегося оптимальных (в том или ином предметном образовательном контексте) способов его обучения и развития (ПК-5)

Программа направлена на совершенствование трудовых функций, а также на получение новых знаний и умений в рамках следующих профессиональных стандартов:

-01.001 «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)» [5];

-40.059 «Промышленный дизайнер (эргономист)» [6].

В таблицах 3 и 4 приведена связь отдельных трудовых функций, входящих в обобщенные трудовые функции и совершенствуемых компетенций (см. табл.1 и 2).

Содержание планируемых результатов обучения слушателей по программе на уровне «уметь» и «знать», а также их связь с формируемыми компетенциями приведены в таблицах 5 и 6.

Таблица 4. Трудовые функции профстандарта «Промышленный дизайнер (эргономист)»

Наименование обобщенной трудовой функции	Наименование трудовой функции (коды формируемых компетенций по табл.2)
А. Реализация эргономических требований к продукции, создание элементов промышленного дизайна	А/03.6 Компьютерное моделирование, визуализация, презентация модели продукта (ПК-17, ПК-20, ПК-23)

Таблица 5

Направление подготовки: 44.03.01 Педагогическое образование		Код компетенции
Квалификация – бакалавр		
Планируемые результаты обучения (Знать – уметь)	Коды результатов обучения	
Знать методы организации самостоятельной проектной деятельности обучающихся	3-1	ПК-5, ПК-7, ПК-12
Уметь использовать проблемно-ориентированные методы обучения	У-2	ПК-12
Уметь формулировать критерии оценки проектной деятельности школьников в области цифровых технологий производства	У-3	ПК-5

Таблица 6

Направление подготовки: 09.03.03 Прикладная информатика		Код компетенции
Квалификация – бакалавр		
Планируемые результаты обучения (Знать – уметь)	Коды результатов обучения	
Знать конструктивные и технологические ограничения при подготовке трехмерных моделей для изготовления прототипа	З-5	ПК-17
Знать виды цифровых технологий производства	З-6	ПК-20
Знать этапы технологической подготовки изделия цифрового производства	З-7	ПК-20
Уметь применять программные продукты для трехмерного моделирования	У-4	ПК-20
Уметь подготавливать данные для цифрового производства	У-5	ПК-20

Уметь работать с оборудованием для цифрового (аддитивного производства) – FDM-технология	У-6	ПК-20
Уметь пользоваться 3D-принтером для изготовления деталей.	У-7	ПК-23
Уметь применять методы геометрического моделирования деталей	У-8	ПК-20

**1.3 Категория обучающихся:** уровень образования – высшее техническое или высшее педагогическое образование; область профессиональной деятельности– педагогика, информационные системы и технологии, компьютерный дизайн; предметная область профессиональной деятельности – преподавание информатики, математики, черчения, труда или кружки технического творчества в рамках дополнительного образования школьников, а также организационно-методическая работа в общеобразовательной организации. Соответствующие квалификационный уровень 6 (профессиональный стандарт «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)» [2]) и квалификационный уровень 6 (профессиональный стандарт «Промышленный дизайнер (эргономист)» [3]).

**1.4 Форма обучения:** очная

**1.5 Срок освоения (трудоемкость) программы, режим занятий**

Срок освоения программы: 36 часов.

Режим учебной работы (занятий) в неделю (академические часы): 2 пары (4 ак. часа) в день, 2 дня в неделю.

Общая трудоёмкость освоения программы- 36 часов, в том числе лекции – 14 часов, практические занятия - 20 часов, аттестация -2 часа. Объём самостоятельной работы – 0 ч.

## Раздел 2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

### 2.1 Учебный (тематический) план

Таблица 7

№ п/п	Наименование разделов	Трудоёмкость, час	Аудиторные занятия					Аттестация
			Всего, час	Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, семинары, час	час	Форма контроля
<b>1</b>	<b>Общие сведения о цифровых технологиях производства</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
1.1	Цифровые технологии производства: виды, основные понятия и определения, методы, применяемые материалы. (Результат освоения: 3-6)	4	4	4	0	0	0	
1.2	Этапы технологической подготовки изделия, получаемого с помощью цифровых технологий производства. (Результат освоения: 3-7)	4	4	4	0	0	0	
1.3	Конструктивные и технологические ограничения при подготовке трехмерных моделей для изготовления прототипа (Результат освоения: 3-5)	4	4	4	0	0	0	
<b>2</b>	<b>Подготовка трехмерной электронной модели для цифрового производства</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>10</b>		
2.1	Основные понятия трехмерной графики и применяемые для трехмерного моделирования программные продукты (Результат освоения: У-4)	2	2	0	0	2	0	
2.2	Принципы и методы геометрического моделирования объектов (Результат освоения: У-8)	4	4	0	0	4	0	
2.3	Подготовка данных для цифрового производства (Результат освоения: У-5)	4	4	0	0	4	0	

№ п/п	Наименование разделов	Трудоёмкость, час	Аудиторные занятия					Аттестация	
			Всего, час	Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, семинары, час	час	Форма контроля	
<b>3</b>	<b>Изготовление деталей с помощью цифровых технологий производства</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>		
3.1	Подготовка оборудования для работы. (Результат освоения: У-6)	2	2	0	0	2	0		
3.2	Запуск и процесс изготовления деталей на принтере PICASO 3D (Результат освоения: У-7)	6	6	0	0	6	0		
<b>4</b>	<b>Организация проектной деятельности школьников в области цифровых технологий производства</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>		
4.1	Проблемно-ориентированные методы обучения. Особенности выбора тематики для проектной деятельности школьников (Результат освоения: У-2)	1	1	0	0	1	0		
4.2	Психолого-педагогические методы диагностики успешности освоения школьниками материала (Результат освоения: У-3)	1	1	0	0	1	0		
4.3	Опыт профориентационной работы МАИ со школьниками в области применения цифровых технологий производства [9] (Результат освоения: З-1)	2	2	2	0	0	0		
<b>5</b>	<b>Итоговая аттестация</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>Зачет</b>	
5.1	Итоговая аттестация	2	2	0	0	0	2	Зачет	
	<b>Итого</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>2</b>		

## 2.2 Учебная программа

Таблица 8

Темы	Виды учебных занятий, кол-во часов	Содержание	Планируемый результат освоения
<b>Раздел 1. Общие сведения о цифровых технологиях производства</b>			
Тема 1.1 Цифровые технологии производства: виды, основные понятия и определения, методы, применяемые материалы.	Лекция, 4ч.	Определение понятия "цифровые технологии". Виды цифровых технологий производства: технологии производства на станках с ЧПУ, аддитивные технологии. Методы, применяемые в аддитивных технологиях производства: метод наплавления нити, лазерное спекание, фотополимеризация и др. Материалы, применяемые для аддитивного производства: полимерные нити, порошковые материалы (металлические и полимерные).	З-6
Тема 1.2 Этапы технологической подготовки изделия, получаемого с помощью цифровых технологий производства.	Лекция, 4ч.	Этапы технологической подготовки цифрового производства на примере аддитивных технологий: валидация электронной геометрической модели, компоновка камеры оборудования, генерация послойного представления, проверка аппаратной совместимости.	З-7
Тема 1.3 Конструктивные и технологические ограничения при подготовке трехмерных моделей для изготовления прототипа	Лекция, 4ч.	Выбор технологии изготовления для конкретной геометрии детали. Адаптация геометрии детали для изготовления методом послойного наплавления нити. Технологические и конструктивные ограничения: скругления, галтели, поверхности с уклоном. Зависимость качества поверхности от ориентации детали в системе координат.	З-5
<b>Раздел 2. Подготовка трехмерной электронной модели для цифрового производства</b>			
Тема 2.1 Основные понятия трехмерной графики и применяемые для трехмерного моделирования программные продукты	Практическое занятие, 2ч.	Работа в компьютерном классе. Подготовка файлов в САПР твердотельного моделирования (на выбор: КОМПАС 3D, SolidWorks, 3ds Max, NX (Unigraphics)). Знакомство с интерфейсом и основными функциями систем геометрического моделирования для создания моделей из деталей и примитивов. Проектирование геометрических тел в САПР.	У-4
Тема 2.2 Принципы и методы геометрического	Практическое занятие, 4ч.	Работа в компьютерном классе.	У-8



моделирования объектов		Моделирование деталей методом вращения, методом вытягивания, комбинированным методом. Изучение принципов моделирования объектов в САПР: создание двумерного эскиза, применение операций трехмерного моделирования, работа с "деревом построения".	
Тема 2.3 Подготовка данных для цифрового производства	Практическое занятие, 4ч.	Работа в компьютерном классе. Экспорт CAD-файлов в STL-формат. Изучение зависимости качества детали от STL-геометрии модели. Исправление ошибок в STL-сетке. Подготовка STL-файла для 3D-печати. Работа с программным комплексом PICASO-3D Polygon. Изучение команд меню. Создание задания для печати. Установка параметров для 3D-печати. Изучение влияния параметров на качество напечатанной модели. Визуализация слоев.	У-5
<b>Раздел 3. Изготовление деталей с помощью цифровых технологий производства</b>			
Тема 3.1 Подготовка оборудования для работы.	Практическое занятие, 2ч.	Работа в лаборатории прототипирования. Изучение основных характеристик оборудования для аддитивного производства (3D-принтеры PICASO 3D). Начало работы. Тестирование 3D-принтера. Заправка катушки с пластиковой нитью.	У-6
Тема 3.2 Запуск и процесс изготовления деталей на принтере PICASO 3D	Практическое занятие, 6 ч.	Работа в лаборатории прототипирования. Запуск задания на 3D-печать. Печать модели на PICASO 3D. Контроль печати. Снятие напечатанной модели с рабочего стола 3D-принтера.	У-7
<b>Раздел 4. Организация проектной деятельности школьников в области цифровых технологий производства</b>			
Тема 4.1 Проблемно-ориентированные методы обучения. Особенности выбора тематики для проектной деятельности школьников	Практическое занятие, 1 ч.	Работа в малых группах. Выполнение практического задания: поиск проблем технического характера, решение которых возможно реализовать с применением цифровых технологий. Обсуждение. Разработка перечня тем для проектной деятельности школьников по выбранной проблематике.	У-2
Тема 4.2 Психолого-педагогические методы диагностики успешности освоения школьниками материала	Практическое занятие, 1 ч.	Работа в малых группах. Выполнение практического задания: формулировка критериев оценки проектной деятельности школьников для выбранной проблематики.	У-3

Тема 4.3 Опыт профорientационной работы МАИ со школьниками в области применения цифровых технологий производства	Лекция, 2 ч.	Проектная практика МАИ на базе МДЦ "Артек" в составе отряда "Юный инженер". Методы организации самостоятельной проектной деятельности обучающихся: командная работа, создание "экосистемы" внутри команды, распределение задач, выстраивание тесной связи между преподаванием и предметной областью.	3-1
<b>Раздел 5. Итоговая аттестация</b>			
<b>Тема 5.1. Итоговая аттестация</b>	<b>Аттестация (зачет), 2ч.</b>	Защита слушателями курса проекта, выполненного с использованием возможностей современных компьютерных средств и специализированного программного обеспечения (ПО). Материалы, разработанные в ходе выполнения проекта (инструкции для школьников, темы проектов и задания), могут быть применены слушателями в их профессиональной деятельности для организации проектной работы со школьниками в области цифровых технологий.	Проверяются все результаты освоения (см. табл. 5, 6)

### Раздел 3. ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ И ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.

#### 3.1 Форма итоговой аттестации

**Форма итоговой аттестации:** зачет на основании защиты проекта

**Название проекта:** «Организация проектной деятельности школьников с применением цифровых технологий производства»

**Содержание проекта и критерии оценки** представлены в таблице 9.

Таблица 9

№ п/п	Содержание проекта	Критерии оценивания (по пятибалльной шкале: 1-5)	Код проверяемого результата освоения
1	Сформулировать задание для проектной деятельности школьников с применением цифровых технологий производства (с учетом конструктивных и технологических ограничений)	«5» - учтены технологические и конструкторские ограничения при разработке задания и тема проекта является проблемно-ориентированной; «4» - учтено более 80% технологических и конструкторских ограничений и тема проекта является проблемно-ориентированной; «3» - тема проекта является проблемно-ориентированной, но учтено менее 50 % технологических и конструкторских ограничений; «2» - тема проекта является проблемно-ориентированной, но не учтены	3-5, У-2

		технологические и конструкторские ограничения, «1» - тема проекта не является проблемно-ориентированной	
2	Сформулировать план проектной деятельности школьников с применением цифровых технологий производства	«5» - разработанный план ориентирован на поддержание сотрудничества обучающихся, развитие их творческих способностей и соответствует выбранному методу цифрового производства; «4» - разработанный план ориентирован на поддержание сотрудничества обучающихся и соответствует выбранному методу цифрового производства; «3» - разработанный план ориентирован на поддержание сотрудничества обучающихся и частично соответствует выбранному методу цифрового производства; «2» - разработанный план не ориентирован на поддержание сотрудничества обучающихся и соответствует выбранному методу цифрового производства; «1» - разработанный план не соответствует выбранному методу цифрового производства	3-6, 3-1
3	Описать процедуру технологической подготовки цифрового (аддитивного) производства для каждого проекта.	«5» - в описании представлено от 80 до 100% этапов технологической подготовки цифрового производства «4» - в описании представлено от 60 до 80% этапов технологической подготовки цифрового производства «3» - в описании представлено от 30 до 60% этапов технологической подготовки цифрового производства «2» - в описании представлено от 10 до 30% этапов технологической подготовки цифрового производства «1» - в описании представлено менее 10% этапов технологической подготовки цифрового производства	3-7
4	Представить систему взаимодействия учащихся в малой группе при работе над проектом.	«5» - система взаимодействия учащихся в малой группе продумана логически последовательно и подробно, «4» - система взаимодействия учащихся в малой группе продумана менее подробно, но логически последовательно, «3» - система взаимодействия учащихся в малой группе продумана нечетко, «2» - система взаимодействия учащихся в малой группе продумана не последовательно,	3-1

		«1» - система взаимодействия учащихся в малой группе не продумана	
5	Сформулировать критерии оценивания проектной работы школьников.	«5» - критерии оценивания учитывают оценку творческих способностей учащихся, умение работать в команде, оригинальность предложенных решений, «4» - критерии оценивания учитывают оценку творческих способностей учащихся, умение работать в команде, «3» - критерии оценивания не учитывают оценку творческих способностей учащихся «2» - критерии оценивания не учитывают умение учащихся работать в команде, «1» - критерии оценивания не учитывают оценку творческих способностей учащихся и их умение работать в команде,	У-3
6	Разработать инструкцию для школьников по работе над данным проектом.	«5» - инструкция достаточно подробная, наглядная, содержит достаточное кол-во иллюстративного материала, «4» - инструкция подробная, содержит недостаточное кол-во иллюстративного материала, «3» - инструкция не достаточно подробная, содержит недостаточное кол-во иллюстративного материала, «2» - инструкция не достаточно подробная, нет иллюстраций, «1» - в инструкции пропущены отдельные стадии выполнения проекта, нет иллюстраций.	3-1, У-2
7	Представить результаты реализации проекта: трехмерная электронная модель прототипа (формат STL), скриншоты послойного представления электронной модели (JPEG) и фотографии прототипа, распечатанного на 3D-принтере, текстовый файл с описанием проекта.	«5» - выбрана сложная трехмерная электронная модель, ошибок при изготовлении не возникло, «4» - выбрана простая трехмерная электронная модель, ошибок при изготовлении не возникло, «3» - выбрана сложная трехмерная электронная модель, есть ошибки в технологической подготовке производства/изготовлении, «2» - выбрана простая трехмерная электронная модель, есть ошибки в технологической подготовке производства/ошибки в изготовлении, «1» - представлена трехмерная электронная модель, но она не была изготовлена.	У-4, У-5, У-6, У-7, У-8

**Оценка: зачет (при суммарном кол-ве баллов по пунктам 1-7 более 25)/не зачет (при суммарном кол-ве баллов менее 25)**

**Форма защиты данной проектной работы – очная.**

## Раздел 4. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ.

### 4.1 Учебно-методическое и информационное обеспечение программы

1. Федеральный закон "Об образовании в Российской Федерации" от 29.12.2012 №273-ФЗ [Электронный ресурс] URL (дата обращения 11.07.2018): [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/)
2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 44.03.01 «Педагогическое образование (уровень бакалавриата)» [Электронный ресурс] URL (дата обращения 13.07.2018): <http://nvsu.ru/svedenfiles/standarts/24-44.03.01.pdf>
3. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика (уровень бакалавриата)» [Электронный ресурс] URL (дата обращения 07.08.2018): [http://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/090303\\_B\\_3\\_17102017.pdf](http://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/090303_B_3_17102017.pdf)
4. Приказ Минобрнауки России от 1 июля 2013 г. № 499 (в ред. приказа Минобрнауки России от 15.11.2013 № 1244) «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам» [Электронный ресурс] URL: <http://base.garant.ru/70440506>
5. Профстандарт 01.001 «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)» [Электронный ресурс] URL: <http://classinform.ru/profstandarty/01.001-pedagog-vospitatel-uchitel.html>
6. Профстандарт 40.059 «Промышленный дизайнер (эргономист)» [Электронный ресурс] URL: <https://classinform.ru/profstandarty/40.059-promyshlennyi-dizainer.html>
7. Проект «Инженерный класс в московской школе» [Электронный ресурс] URL: <http://profil.mos.ru/inj/o-proekte.html>
8. Информационный ресурс Московского центра качества образования [Электронный ресурс] URL: [http://mcko.ru/pages/engineering\\_class](http://mcko.ru/pages/engineering_class)
9. Современные образовательные программы в аэрокосмическом образовании. Формы. Методы. Особенности проектирования / Под ред. Д.А. Козореза, А. Ю. Сидорова. — М.: Изд-во МАИ, 2018. — 360 с.: ил.

### 4.2 Материально-технические условия и кадровое обеспечение реализации программы

Лекционные занятия проводятся в аудиториях, оснащенных компьютером, мультимедийным проектором и экраном.

Практические занятия со слушателями проводятся в лаборатории прототипирования каф. 904 (см. таблицу 10).

Таблица 10

Вид занятий	Вид учебного помещения	Среда обучения	Оборудование	Программное обеспечение
Лекция	Компьютерный класс	Контактная работа	персональные компьютеры, проектор, экран, доска	MS Windows, MS Office, Polygon
Практическое занятие, семинар	Компьютерный класс / лаборатория прототипирования	Контактная работа	персональные компьютеры, проектор, экран, доска, 3D-	MS Windows, MS Office, Polygon

			принтеры фирмы PICASO 3D.	
--	--	--	------------------------------	--

Преподавание ведется профессорско-преподавательским составом кафедры 904 «Инженерная графика».