

**ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ ГОРОДА МОСКВЫ  
Государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования города Москвы  
«МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ ОТКРЫТОГО ОБРАЗОВАНИЯ»**

**КАФЕДРА ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ, ИННОВАЦИОННЫХ И КОСМИЧЕСКИХ  
ТЕХНОЛОГИЙ**

«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор ГАОУ ВО МИОО

\_\_\_\_\_ А.И. Рытов

«\_\_» «\_\_\_\_\_» 201\_\_ г.

**Дополнительная профессиональная программа  
(повышение квалификации)**

**Профильное обучение школьников в области информационно-  
инженерного 3-D моделирования зданий и сооружений**

Авторы курса:

Шахраманьян М.А., д.т.н.

Джанмамедов А.М.

Прошкин Ю.А., к.т.н.

Утверждено на заседании кафедры геогра-  
фического образования, инновационных и  
космических технологий

Протокол № 2 от 13 сентября 2016 г.

Зав. кафедрой: \_\_\_\_\_ Шахраманьян М.А.

## Раздел 1. «Характеристика программы»

### 1.1. Цель реализации программы

Реализация практической направленности обучения в рамках формирования инженерной культуры преподавателей, реализующих образовательные программы в области основного общего, среднего общего и среднего профессионального образования, формирование педагогических компетенций на основе применения систем инженерно-информационного моделирования и 3D-печати. Основными практическими результатами освоения программы являются умения проектирования зданий и сооружений на основе технологий AUTOCAD и информационного моделирования зданий и сооружений, а также применение технологий прототипирования и 3D-печати.

### Совершенствуемые/новые компетенции

№	Компетенция	Направление подготовки Педагогическое образование		
		44.03.01/44.03.05		44.04.01
		Код компетенции		
		Бакалавриат		Магистратура
		4 года	5 лет	
1.	Способен применять современные методики и технологии организации образовательной деятельности, диагностики и оценивания качества образовательного процесса по различным образовательным программам.			ПК-1
2.	Готов к разработке и реализации методик, технологий и приемов обучения, к анализу результатов процесса их использования в организациях, осуществляющих образовательную деятельность.			ПК-4
3.	Способен организовывать сотрудничество обучающихся, поддерживать их активность, инициативность и самостоятельность, развивать творческие способности.		ПК-7	

## 1.2. Планируемые результаты обучения

№ п/п	Знать	Направление подготовки Педагогическое образование		
		44.03.01/44.03.05		44.04.01
		Код компетенции		
		Бакалавриат		Магистратура
		4 года	5 лет	
1.	Основы современных технологий инженерно-информационного моделирования и 3D-печати.			ПК-1
2.	Ключевые принципы обучения технологиям инженерно-информационного моделирования и 3D-печати в организациях, осуществляющих образовательную деятельность.			ПК-4
3.	Особенности современных технологий инженерно-информационного моделирования и 3D-печати с целью развития научно-технического творчества обучающихся.		ПК-7	
№ п/п	Уметь	Бакалавриат		Магистратура
		4 года	5 лет	
1.	Организовать образовательную деятельность учащихся на основе современных технологий инженерно-информационного моделирования и 3D-печати, диагностики и оценивания качества образовательного процесса.			ПК-1
2.	Реализовать процесс обучения на основе технологий инженерно-информационного моделирования и 3D-печати, проводить анализ результатов обучения.			ПК-4
3.	Организовывать сотрудничество обучающихся на базе совместной проектной деятельности в области инженерно-информационного моделирования и 3D-печати.		ПК-7	

## 1.3. Категория обучающихся

Учителя предметов естественнонаучного цикла основной и старшей общеобразовательной школы, образовательных организаций системы среднего профессионального образования и иные категории педагогических работников.

## 1.4. Форма обучения: очная.

**1.5. Режим занятий, срок освоения программы:** срок обучения 72 часа. Режим занятий 6 часов в день, один раз в неделю.

## Раздел 2. «Содержание программы»

### 2.1. Учебный (тематический) план

№ п/п	Наименование разделов (модулей) и тем	Всего, час.	Виды учебных занятий, учебных работ		Формы кон- троля
			Лекции	Интерактивные занятия	
<b>1</b>	<b>Раздел 1. Базовая часть</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	Коллоквиум
1.1	Основы законодательства РФ в области образования.	6	4	2	
<b>2</b>	<b>Раздел 2. Профильная часть (предметно-методическая)</b>	<b>60</b>	<b>32</b>	<b>28</b>	
<b>2.1</b>	<b>Модуль 1. Информационно-инженерное моделирование зданий и сооружений</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	Тестирование
2.1.1	Основы нормативно-правовой базы в области проектирования зданий и сооружений.	1	1		
2.1.2	Начертательная геометрия. Основы изображения изделий.	1	1		
2.1.3	Информационные модели зданий и сооружений. Термины и определения. Возможности современных программных комплексов по построению информационных моделей зданий и сооружений.	1	1		
2.1.4	Зарубежный и отечественный опыт использования информационных моделей при проектировании зданий и сооружений.	1	1		
2.1.5	Использование облачных платформ для проектирования зданий и сооружений.	2	1	1	
2.1.6	Системы проектирования зда-	2	1	1	

	ний и сооружений на основе AUTOCAD.				
2.1.7	Системы проектирования зданий и сооружений на основе технологий информационного моделирования.	2	1	1	
2.1.8	Построение Информационной модели зданий и сооружений на основе использования специального программного обеспечения, перенос объектов с 2-D формата в 3 -D формат.	2	1	1	
2.1.9	Практические занятия в области информационно - инженерного моделирования зданий и сооружений.	6		6	
<b>2.2</b>	<b>Модуль 2. Технологии прототипирования и печати</b>	<b>42</b>	<b>24</b>	<b>18</b>	Контрольная работа
2.2.1	Основные принципы и методы многомерной печати. Начало работы.	3	2	1	
2.2.2	Назначение 3D-принтера, изготавливаемые предметы. Способы печати многомерных объектов.	3	2	1	
2.2.3	Используемые при печати материалы. Принципы работы 3D-принтера	3	2	1	
2.2.4	Подготовка моделей и выбор технологий при печати конкретных объектов.	3	2	1	Проверочное задание 1.
2.2.5	Устройство и принцип работы 3d принтера, печатающего методом наплавления слоев. Проект RepRap. Историческая справка. Принцип действия. Узлы и агрегаты.	3	2	1	
2.2.6	Электроника и управление. Особенности экструдерной технологии.	3	2	1	Проверочное задание 2.
2.2.7	Кинематическая схема принтера, принцип работы. Основные конструкции принтеров. Материалы и инструменты.	3	2	1	Проверочное задание 3.

	Подготовка к работе. Основной каркас. Движущиеся части. Качество сборки и контроль.				
2.2.8	Программное обеспечение принтера. Установка. Аппаратно-программные средства Arduino. Электроника и управление принтером.	3	2	1	
2.2.9	Загрузка микропрограммы. Подготовка к работе. Программное обеспечение для управления принтером. Тестирование работоспособности и устранение неисправностей.	3	2	1	Проверочное задание 4.
2.2.10	Оптимизация параметров печати. Калибровка печатающей головки. Начальная калибровка принтера.	3	2	1	
2.2.11	Параметры печати. Печать тестовых объектов. Выбор оптимальных параметров печати в зависимости от геометрии объекта. Часто встречаемые ошибки.	3	2	1	
2.2.12	Создание собственной модели. Оптимизация модели для печати. Печать объекта.	9	2	7	
<b>3</b>	<b>Итоговая аттестация</b>	<b>6</b>		<b>6</b>	Индивидуальный зачёт
	<b>Итого:</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	

## 2.2. Сетевая форма обучения (не используется)

## 2.3. Учебная программа

№ п/п	Виды учебных занятий, учебных работ	Содержание
<b>Раздел 1. Базовая часть</b>		
Тема 1 Основы законодательства РФ в области об-	Лекция (4 часа) Семинар (2 часа)	Предмет регулирования Федерального закона, основные понятия, основные принципы государственной политики и правового регулирования от-

разования.		ношений в сфере образования, правовое регулирование отношений в сфере образования, структура системы образования, образовательные стандарты, образовательные программы, требования к реализации образовательных программ, формы получения образования и формы обучения. Стандарт как основа для разработки системы объективной оценки уровня образования обучающихся на ступени основного общего образования. Учёт региональных, национальных и этнокультурных потребностей народов Российской Федерации. Системно - деятельностный подход как основа Стандарта.
<b>Раздел 2. Профильная часть (предметно-методическая)</b>		
<b>Модуль 1. Информационно-инженерное моделирование зданий и сооружений.</b>		
Тема 1 Основы нормативно-правовой базы в области проектирования зданий и сооружений	Лекция (1 час).	Общие понятия об основах нормативно-правовой базы в области проектирования зданий и сооружений
Тема 2 Начертательная геометрия. Основы изображение изделий	Лекция (1 час)	Общие понятия по данной инженерной дисциплине, и основам изображение объектов и изделий.
Тема 3 Информационные модели зданий и сооружений. Термины и определения. Возможности современных программных комплексов по построению информационных моделей зданий и сооружений	Лекция (1 час)	Базовые понятия о возможностях информационного моделирования зданий и сооружений. Возможности по моделированию зданий и сооружений в современных программных комплексах по построению информационных моделей.
Тема 4 Зарубежный и отечественный опыт использования информационных моделей при проектировании зданий и сооружений	Лекция (1 час)	Примеры по моделированию зданий и сооружений в современных программных комплексах по построению информационных моделей.
Тема 5 Использование облачных платформ для проектирования зда-	Лекция (1 час) Семинар (1 час)	Примеры реализации облачных платформ в процессе моделирования зданий и сооружений в современных программных комплексах по построению информационных моделей.

ний и сооружений		
Тема 6 Системы проектирования зданий и сооружений на основе AUTOCAD	Лекция (1 час) Семинар (1 час)	Общие понятия принципов проектирования зданий и сооружений в проектной среде AUTOCAD
Тема 7 Системы проектирования зданий и сооружений на основе технологий информационного моделирования	Лекция (1 час) Семинар (1 час)	Общие понятия принципов проектирования зданий и сооружений в проектной среде ,реализующей технологии информационного моделирования зданий и сооружений
Тема 8 Построение Информационной модели зданий и сооружений на основе использования специального программного обеспечения, перенос объектов с 2-D формата в 3 -D формат	Лекция (1 час) Семинар (1 час)	Примеры построения информационной модели зданий и сооружений в проектной среде, реализующей технологии информационного моделирования зданий и сооружений. Примеры возможности импорта информационной модели зданий и сооружений из проектной среды AUTOCAD в проектную среду, реализующую технологию информационного моделирования
Тема 9 Практические занятия в области информационно - инженерного моделирования зданий и сооружений.	Семинар (6 часов)	Формирование базовых и практических знаний в области информационно - инженерного моделирования зданий и сооружений в программной среде, реализующую технологию информационного моделирования.
<b>Модуль 2. Технологии прототипирования и печати</b>		
Тема 1 Основные принципы и методы многомерной печати. Начало работы.	Лекция (2 часа) Семинар (1 час)	Лазерная стереолитография ( <i>laser stereolithography, SLA</i> ), Селективное лазерное спекание ( <i>selective laser sintering, SLS</i> ), Электронно-лучевая плавка ( <i>Electron Beam Melting, EBM</i> ), Моделирование методом наплавления ( <i>Fused deposition modeling, FDM</i> ), Метод многоструйного моделирования ( <i>Multi Jet modeling, MJM</i> ), Изготовление объектов с использованием ламинирования ( <i>laminated object manufacturing, LOM</i> ), 3D Printing (3DP)
Тема 2 Назначение 3D-принтера, изготавливаемые предметы. Способы печати многомерных объектов.	Лекция (2 часа) Семинар (1 час)	Оценка эргономики, визуализации, дизайна изделия. Функциональная оценка изделия (проверка качества сборочных изделий, аэродинамических характеристик, практичности). Использование в качестве модели для дальнейшего применения в производстве (в качестве литейной формы, элек-



		троэрозионного инструмента и др).
Тема 3 Используемые при печати материалы. Принципы работы 3D-принтера	Лекция (2 часа)  Семинар (1 час)	АВС-пластик, акрил, бетон, гидрогель, бумага, гипс, деревянное волокно, металлический порошок, нейлон, поликапролактон (PCL), поликарбонат (PC), полилактид (PLA), полипропилен (PP), полиэтилен низкого давления. Физико-химические свойства. Потребительские свойства и область применения.
Тема 4 Подготовка моделей и выбор технологий при печати конкретных объектов.	Лекция (2 часа)  Семинар (1 час)	Подготовка файлов для печати. Выбор оптимального заполнения пластической массой детали. Толщина слоя печати. Температурный режим плавления пластика.
Тема 5 Устройство и принцип работы 3d принтера, печатающего методом наплавления слоев. Проект RepRap. Историческая справка. Принцип действия. Узлы и агрегаты	Лекция (2 часа)  Семинар (1 час)	Кинематическая схема работы принтера. Механические принципы заложенные в конструкцию. Шаговые двигатели. Направляющие. Экструдер - виды и типы. Проект RepRap - принцип работы. Подогреваемый столик.
Тема 6 Электроника и управление. Особенности экструдерной технологии	Лекция (2 часа)  Семинар (1 час)	Электронная плата принтера. Блок питания. Расчет показателей. Программный продукт - способы установки. Упрощение технологии печати.
Тема 7 Кинематическая схема принтера, принцип работы. Основные конструкции принтеров. Материалы и инструменты. Подготовка к работе. Основной каркас. Движущиеся части. Качество сборки и контроль.	Лекция (2 часа)  Семинар (1 час)	Производители принтеров. Типы принтеров - отличия и схожесть. Открытые и закрытые принтеры. Движущиеся части. Правила безопасности при работе с принтерами. Включение принтера. Предварительная подготовка и нагрев. Каркас принтера и его функции. Материалы каркаса. Качественные показатели при сборке. Контроль при производстве.
Тема 8 Программное обеспечение принтера. Установка. Аппаратно-программные средства Arduino. Электроника и управ-	Лекция (2 часа)  Семинар (1 час)	Основные программы при работе с 3d Принтерами. Программные продукты Autodesk — бесплатные для системы образования. Контроллеры Arduino — типы и назначения, преимущества.

ление принтером.		
Тема 9 Загрузка микропрограммы. Подготовка к работе. Программное обеспечение для управления принтером. Тестирование работоспособности и устранение неисправностей.	Лекция (2 часа)  Семинар (1 час)	Первичная установка микропрограммы на заводе изготовителе, способы прошивки платы Arduino. Тестирование принтеров, основные неисправности. Способы устранения неисправностей при программном сбое. Механические неисправности.
Тема 10 Оптимизация параметров печати. Калибровка печатающей головки. Начальная калибровка принтера.	Лекция (2 часа)  Семинар (1 час)	Размер печати и способы установки размеров, выбор оптимальной стратегии и режима печати. Конструкционные особенности изделий и направления волокон при печати. Тестовые образцы и испытания на прочность изделий. Типичные ошибки. Выставление параметров печати в настройках печати. Калибровочные действия, роль калибровки принтера на результаты печати.
Тема 11 Параметры печати. Печать тестовых объектов. Выбор оптимальных параметров печати в зависимости от геометрии объекта. Часто встречаемые ошибки.	Лекция (2 часа)  Семинар (1 час)	Способы повышения качества печати. Экономия материалов печати при настройке параметров печати. Принцип калибровки печатающей головки принтера. Начальная и финальная калибровка печатающей головки принтера. Толщина слоев печати, количество слоев печати, ламинация. Способы устранения ламинации. Оптимизация печати — размещение детали на столике/, качество заполнения, слои. Способы устранения ошибок.
Тема 12 Создание собственной модели. Оптимизация модели для печати. Печать объекта.	Лекция (2 часа)  Семинар (7 часов)	Введение в программу Autodesk Fusion 360. Создание 3d моделей изделий. Отправка на печать из программы Autodesk Fusion 360.
<b>Итоговая аттестация</b>	Практическая работа (6 часов)	Загрузка файлов детали для печати на 3d принтере, выбор оптимального наполнения деталей пластиком (регулировка качества печати), выбор оптимального разрешения печати, выбор оптимального расположения деталей на площадке, осуществление печати детали.

### **Раздел 3. «Формы аттестации и оценочные материалы»**

#### **3.1. Текущий контроль:**

##### **3.1.1 Вопросы к коллоквиуму по теме «Основы законодательства РФ в области образования».**

1. Формы существования образовательного права. Предмет образовательного права. Основные группы общественных отношений в отрасли образования.

2. Полномочия ОУ, его ответственность перед личностью, обществом, государством за качество образования.

3. Система государственного контроля качества образования в Российской Федерации: задачи, структура.

4. Аттестация обучающихся ЕГЭ. Охарактеризовать апробацию новой формы итоговой аттестации школьников и вступительных испытаний в ССУЗЫ и вузы (ЕГЭ). Ваше мнение. Документы об образовании.

5. Понятия: «система непрерывного образования» и ее основные компоненты, «формы получения непрерывного образования», «послевузовское образование», «дополнительное профессиональное образование» и формы получения.

6. Понятие образовательного процесса и основные требования к его организации. Прием в образовательные учреждения.

7. Участники образовательного процесса. Права и обязанности обучающихся и воспитанников, родителей.

8. Меры по социальной ориентации учащихся и достижение равенства в получении качественного образования.

##### **3.1.2 Примерные вопросы для тестирования по разделу «Информационно-инженерное моделирование зданий и сооружений».**

1. Элементы интерфейса программы информационного моделирования зданий и сооружений позволяют:

А) Открыть ранее созданные проекты;

Б) Запустить примеры «Проектов» и «Семейств», созданных по технологии информационного моделирования зданий и сооружений;

В) Начать работать с элементом «Семейства»;

Г) Создавать новые «Проекты» и «Семейства»;

Д) Все ответы верные.

2. Основной панелью для управления данными проекта является:

А) Диспетчер проекта;

Б) Координатор проекта;

В) Куратор проекта;

Г) Модератор проекта.

3. В панели свойства собраны:

А) Все данные на листе;

Б) Все элементы на листе;

В) Правая половина данных на листе;

Г) Левая половина данных на листе.

4. Сетка осей это:

А) Составная часть любого проекта;

Б) Основа любого проекта;

В) Приблизительная часть любого проекта;

Г) Не входит в проект.

5. Для создания уровней необходимо:

А) Использовать линейку;

Б) Использовать циркуль;

В) Вид сбоку, например, один из фасадов;

Г) Уровни создаются автоматически.

6. Одним из принципиальных отличий программ информационного моделирования зданий и сооружений является:

А) Частичная возможность построения объекта

Б) Возможность построения двухмерной модели объекта;

Г) Возможность построения трехмерной модели объекта;

Д) Невозможность построения объекта.

7. Вкладка «Макросы» необходима для:

А) Настройки программы;

Б) Составления чертежа;

В) Печати модели;

Г) Инструмент для настройки подключения макросов и их использованию в программе информационного моделирования зданий и сооружений.

8. Вкладка «Визуализация» необходима для:

А) Рассмотрения объекта;

Б) Рисования объекта;

В) Моделирования объекта;

Г) Подгрузки дополнительных текстур при работе с визуализацией объекта.

9. Вкладка «Графика» необходима для:

А) Детальной настройки цветовой схемы рабочего пространства;

Б) Для графического отображения объекта;

В) Для трехмерной выгрузки объекта;

Г) Для загрузки дополнительных объектов.

10. Во вкладке «Интерфейс» можно:

А) Включить и выключить отображения инструментов на рабочем пространстве проекта;

Б) Настроить «горячие клавиши» для всех операций;

В) Настроить цвета рабочего пространства, параметры запуска стартовой страницы;

Г) Параметры закрытия проектов и семейств.

Д) Все ответы верные.

**3.1.3 Примерные вопросы к проверочной работе №1 по разделу «Технологии прототипирования и печати».**

1. В процессе 3d печати используются следующие материалы

- А) пластик
- Б) дерево
- В) хлопчатобумажная ткань
- Г) стекло
- Д) гранит

2. При помощи 3d можно создавать

- А) программный продукт
- Б) предмет
- В) методический материал
- Г) музыкальное произведение
- Д) топливо

3. Печать на 3d принтере осуществляется

- А) методом намораживания
- Б) методом напыления
- В) методом послойного наплавления
- Г) методом склеивания
- Д) методом сварки

**3.1.4 Примерные вопросы к проверочной работе №2 по разделу «Технологии прототипирования и печати».**

1. Перечислите составные части 3d принтера.
2. Перечислите узлы и агрегаты RepRap 3d принтера.
3. Опишите принцип работы RepRap 3d принтера.
4. Укажите, какие части принтера относятся к электронике, а какие к механике процесса.

**3.1.5 Примерные вопросы к проверочной работе №3 по разделу «Технологии прототипирования и печати».**

1. Опишите принцип работы кинематической схемы 3d принтера.
2. Укажите материалы, используемые в процессе изготовления 3d принтера.

3. Опишите функции подвижных и неподвижных частей 3d принтера.
4. Укажите, как определить качество изготовления 3d принтера.

### **3.1.6 Примерные вопросы к проверочной работе №4 по разделу «Технологии прототипирования и печати».**

1. Укажите аппаратно-программные средства, используемые в работе 3d принтера.
2. Опишите принципиальную электронную схему 3d принтера. Какие микро-электронные контроллеры используются в конструкции?
3. Опишите процесс загрузки микропрограммы и подготовку к работе 3d принтера.
4. Как происходит калибровка 3d принтера? Опишите как печатаются тестовые образцы.

### **3.1.7 Контрольная работа по разделу «Технологии прототипирования и печати».**

1. Осуществить загрузку программного продукта для работы 3d принтера.
2. Осуществить заправку материала для печати (филамента) в 3d принтер.
3. Осуществить пробную экструзию филамента.
4. Провести калибровку печатающей головки 3d принтера по 9 точкам.

### **3.2. Итоговая аттестация:**

Индивидуальный зачёт «Изготовление детали на 3d принтере методом послойной печати».

Выполнение тестовых заданий:

1. Загрузить корректно файл детали для печати на 3d принтере.
2. Выбрать оптимальное наполнение детали пластиком (выставить качество печати).
3. Выбрать оптимальное разрешение печати.
4. Выбрать оптимальное расположение детали на площадке.
5. Осуществить печать детали и представить для оценивания деталь.

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

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

#### **Литература (методические и информационные материалы):**

1. Талапов В.В. Основы BIM: Введение в информационное моделирование зданий и сооружений, ДМК-Пресс, 2011, 392 с.
2. Джаджа В.П. Мультимедийные технологии обучения: учеб. пособие / Самар. филиал гос. бюджет. образоват. учреждения высш. проф. образования г. Москвы «Моск. гор. пед. ун-т». – Самара: СФ ГБОУ ВПО МГПУ, 2013.
3. Доступная 3D печать для науки, образования и устойчивого развития (Low-cost 3D Printing for Science, Education and Sustainable Development). Международный центр теоретической физики Абдус Салам - МЦТФ (Отдел научных разработок), 2013.
4. Кречкинский А.М., Никифорова Н.В. 3D-печать для гуманитарных исследований. Неделя науки СПбГПУ: матер. науч.-практ. конф. с междунар. участием / Институт гуманитарного образования СПбГПУ. СПб., 2014. С. 345–348.
5. Лесин С.М., Махотин Д.А. 3D принтер в образовательном процессе. М.: Компания PICASO 3D, 2015.
6. Заседатель В.С. Создание и автоматизация лабораторного практикума на основе систем 3D-печати// Материалы XXVI Международной конференции «Применение инновационных технологий в образовании», 24–25 июня 2015 г., г.о. Троицк в г. Москве. М., 2015. С. 59–60.
7. Chelsea Schelly, Gerald Anzalone, Bas Wijnen, Joshua M. Pearce. Open-source printing technologies for education: Bringing additive manufacturing to the classroom // Journal of Visual Languages and Computing. 2015. No 28. P. 226–237.

#### **Электронные ресурсы:**



1. Зленко М.А., Попович А.А., Мутылина И.Н. Аддитивные технологии в машиностроении: учебное пособие. - Санкт-Петербург, СПбГУ, 2013 [Электронный ресурс]. – URL: <http://elib.spbstu.ru/dl/2/3548.pdf>.
2. Инструкция по эксплуатации 3D принтера PICASO 3D™ Designer. [Электронный ресурс]. – URL: <http://picaso-3d.ru/support/downloads/>.
3. Видеоролик «Со школьной скамьи в мир цифрового строительства» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.youtube.com/watch?v=FMUTgM07Xz4&feature=youtu.be>

#### **Нормативные документы:**

1. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 29 декабря 2010 г. N 189 г. Москва «Об утверждении СанПиН 2.4.2.2821-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях»;
2. Приказ Минтруда России от 18.10.2013 N 544н (с изм. от 25.12.2014) "Об утверждении профессионального стандарта «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)»;
3. Федеральный закон от 29.12.2012 N 273-ФЗ (ред. от 31.12.2014, с изм. от 02.05.2015) «Об образовании в Российской Федерации»;
4. СанПиН 2.4.1.3049-13 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы дошкольных образовательных организаций».

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

1. Персональные компьютеры с установленным специальным программным обеспечением по информационному моделированию зданий и сооружений;
2. 3d принтер;
3. пластик для печати.