

**Автономная некоммерческая организация  
дополнительного профессионального образования  
«ПРОСВЕЩЕНИЕ-СТОЛИЦА»**



«УТВЕРЖДАЮ»

Директор

\_\_\_\_\_ С. В. Третьякова

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

**Дополнительная профессиональная программа  
(повышение квалификации)**

**«Методика использования 3D-прототипирования и моделирования на  
учебных занятиях в инженерных классах»**

**Автор курса**

Янков В.Ю., заместитель руководителя  
Центра технологической поддержки  
образования НИЯУ МИФИ

Утверждено Приказом  
АНО ДПО «Просвещение-Столица» № 16-п  
от 07.06.2017 г.

Москва, 2017 г.

**Дополнительная профессиональная программа  
(повышение квалификации)**

**«Методика использования 3D-прототипирования и моделирования  
на учебных занятиях в инженерных классах»**

**Раздел 1. Характеристика программы**

**1.1. Цель реализации программы** – совершенствование / формирование профессиональных компетенций педагогов области методики использования 3D-прототипирования и моделирования на учебных занятиях в инженерных классах.

**Совершенствуемые компетенции**

№	Компетенция	Направление подготовки 44.03.01 Педагогическое образование
		Квалификация Бакалавриат
		Код компетенции
1.	Способен использовать современные методы и технологии обучения и диагностики	ПК-2

**1.2. Планируемые результаты обучения**

№	Знать	Направление подготовки 44.03.01 Педагогическое образование
		Квалификация Бакалавриат
		Код компетенции
1.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– состав и назначение оборудования для 3D-прототипирования и моделирования</li> <li>– понятия: «твердотельное моделирование», «быстрое прототипирование», «геометрическое моделирование»</li> <li>– принципы трехмерной печати</li> <li>– этапы подготовки трехмерной твердотельной модели</li> <li>– формат промежуточного результата при подготовки модели</li> <li>– программу подготовки трехмерной цифровой модели к печати</li> <li>– формы представления цифровой трехмерной модели: облако точек, полигоны, объекты</li> <li>– методику использования 3D-прототипирования и моделирования на учебных занятиях в инженерных классах</li> </ul>	ПК-2
№	Уметь	
1.	– организовывать образовательную деятельность учащихся с применением методики использования 3D-прототипирования и моделирования на учебных занятиях в инженерных классах	ПК-2

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– создавать простейшую цифровую трехмерную модель</li> <li>– преобразовывать цифровую модель в промежуточный формат</li> <li>– преобразовывать цифровую модель из промежуточного формата в формат 3D-печати</li> <li>– оценивать качество подготовленной цифровой модели</li> <li>– производить печать цифровой трехмерной модели на 3D-принтере</li> </ul>	
--	--	--

### 1.3. Категория обучающихся:

Учителя, физики, информатики и технологии образовательных организаций общего образования, работающие в инженерных классах, педагоги дополнительного образования в сфере политехнического образования, инженеры (технические специалисты школ).

Уровень образования – высшее образование, область профессиональной деятельности – среднее общее образование.

### 1.4. Форма обучения: очная.

### 1.5. Режим занятий: 6 часов, один раз в неделю.

### 1.6. Трудоёмкость программы: 24 часа.

## Раздел 2. Содержание программы

### 2.1. Учебный (тематический) план

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего часов	Виды учебных занятий, учебных работ		Самостоятельная работа	Формы контроля
			Лекции	Практические занятия		
1.	Входная диагностика	1			1	
2.	3D-прототипирование и твердотельное моделирование: технологические особенности и методика использования в образовательном процессе	3	3			
3.	Твердотельное моделирование в программе Sketchup	4		4		Текущий контроль
4.	Подготовка цифровой 3D-модели к печати	4		4		Текущий контроль
5.	Печать модели на 3D-принтере	4	1	3		Текущий контроль
6.	Постобработка модели	1	1			

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего часов	Виды учебных занятий, учебных работ		Самостоятельная работа	Формы контроля
			Лекции	Практические занятия		
7.	Подготовка итогового мини-проекта	4		4		
8.	Итоговая аттестация	3		2	1	Презентация и защита мини-проекта. Итоговое тестирование
<b>Итого:</b>		<b>24</b>	<b>5</b>	<b>17</b>	<b>2</b>	

## 2.2. Содержание учебной программы

№ п/п	Наименование разделов и тем	Виды учебных занятий	Содержание
1.	Входная диагностика	Самостоятельная работа, 1 час	
2.	3D-прототипирование и твердотельное моделирование: технологические особенности и методика использования в образовательном процессе	Лекция, 3 часа	Состав и назначение оборудования для 3D-прототипирования и моделирования. Содержание и особенности твердотельного моделирования. Обзор программных продуктов по твердотельному моделированию. 3D-печать и ее виды. Знакомство с понятиями: «твердотельное моделирование», «быстрое прототипирование», «геометрическое моделирование». Твердотельное моделирование в образовательном процессе. Методика использования 3D-прототипирования и моделирования на учебных занятиях в инженерных классах. Определение особенностей организации деятельности учащихся с использованием 3D-прототипирования и моделирования на учебных занятиях в инженерных классах
3.	Твердотельное моделирование в программе Sketchup	Практическое занятие, 4 часа	Изучение назначения и возможностей программы, интерфейса программы: основные рабочие инструменты, настройка интерфейса, горячие клавиши, полезные техники работы. Определение этапов подготовки трехмерной твердотельной модели. Создание простейшей цифровой трехмерной модели. Секреты и хаки. Продвинутое инструменты моделирования. Преобразование цифровой модели в промежуточный формат.

№ п/п	Наименование разделов и тем	Виды учебных занятий	Содержание
			<p>Создание сложных моделей. Преобразование цифровой модели из промежуточного формата в формат 3D-печати.</p> <p>Обсуждение итогов работы с программой Sketchup.</p> <p>Составление методических рекомендаций по использованию возможностей твердотельного моделирования на занятиях в инженерном классе. <i>Групповая работа</i></p>
4.	Подготовка цифровой 3D-модели к печати	Практическое занятие, 4 часа	<p>Поиск и устранение ошибок в модели Sketchup. Экспорт цифровой модели в формат, подходящий для 3D-печати. Поиск и устранение ошибок сеточной модели.</p> <p>Оценивание качества подготовленной цифровой модели.</p> <p>Работа в программе Netfabb и других подобных программах.</p> <p>Обсуждение итогов работы – подготовка цифровой 3D-модели к печати.</p> <p>Составление по итогам занятия методических рекомендаций. <i>Групповая работа</i></p>
5.	Печать модели на 3D-принтере	Лекция, 1 час	<p>Как производится подготовка 3D-принтера к работе, калибровка и настройка параметров печати. Принципы трехмерной печати.</p> <p>Программа подготовки трехмерной цифровой модели к печати.</p> <p>Формы представления цифровой трехмерной модели: облако точек, полигоны, объекты.</p> <p>Выбор материала печати. Как осуществляется печать модели</p>
		Практическое занятие, 3 часа	<p>Настройка параметров печати. Печать цифровой трехмерной модели на 3D-принтере.</p> <p>Обсуждение итогов работы с печатью модели на 3D-принтере.</p> <p>Составление по итогам занятия методических рекомендаций. <i>Групповая работа</i></p>
6.	Постобработка модели	Лекция, 1 час	<p>Цели и методы постобработки модели. Химическая и механическая обработка</p>
7.	Подготовка итогового мини-проекта	Практическое занятие 4 часа	<p>Разработка мини-проектов (по предложенным слушателям темам) с применением методики использования 3D-прототипирования и моделирования на учебных занятиях в инженерных классах</p>

№ п/п	Наименование разделов и тем	Виды учебных занятий	Содержание
			для их последующей презентации и защиты на итоговой аттестации. <i>Групповая работа</i>
8.	Итоговая аттестация	Практическое занятие 2 часа  Самостоятельная работа 1 час	Презентация и защита мини-проектов «Организация образовательной деятельности школьников с применением методики использования 3D-прототипирования и моделирования на учебных занятиях в инженерных классах».  Итоговое тестирование

### Раздел 3. Формы аттестации и оценочные материалы

#### 3.1. Оценка качества освоения дисциплины (примеры оценочных средств).

При оценивании результатов освоения применяется зачётная система. В качестве оценочных средств на протяжении курса используются:

- входная диагностика;
- текущий контроль, организованный в рамках практических работ (темы № 3–5);
- презентация и защита итоговых мини-проектов с применением методики использования 3D-прототипирования и моделирования;
- итоговое тестирование.

#### 3.2. Входная диагностика

Входная диагностика поможет слушателям сформировать первоначальные представления о содержании работ с предложенным оборудованием и определить собственные задачи по изучению учебного материала курса.

#### Примерные задания входной диагностики

##### Образец текста

Уважаемые коллеги, предлагаем вам диагностические тестовые задания. Не волнуйтесь, если у вас возникнут затруднения с ответами. Это поможет вам скорректировать собственные задачи изучения учебного материала курса, а преподавателям с учётом ваших результатов более адресно и эффективно провести занятия.

1. Выстройте этапы быстрого прототипирования в правильном порядке
  - Создание цифровой модели
  - Экспорт модели в формат STL
  - Поиск ошибок в цифровой модели
  - Печать модели
  - Постобработка модели

2. Быстрое прототипирование – это
  - Процесс быстрого создания опытных образцов или работающей модели системы для демонстрации заказчику или проверки возможности реализации
  - Процесс определения архитектуры, компонентов, интерфейсов и других характеристик системы или её части, достаточный для изготовления системы на производстве
  - Процесс создание электронных трехмерных моделей тел с помощью компьютера
  - Разновидность системы автоматизированного проектирования
3. Какие типы ошибок могут появиться в полигональной модели (STL)?
  - Неправильная ориентация полигона
  - Неориентируемый полигон
  - Незамкнутая модель
  - Неплоский полигон
  - Полигон с числом ребер более 3х
4. Что означает «неориентируемый» полигон?
  - Полигон, для которого не указана нормаль
  - Полигон, который не расположен в плоскости
  - Полигон, который пересекается с другим полигоном
  - Полигон, который расположен внутри модели
5. Что означает «незамкнутая» цифровая модель?
  - Модель, ребра которой нельзя обвести ручкой, не отрывая ее от них
  - Модель, состоящая из 2х и более односвязных областей
  - Модель, которая не имеет односвязной ограниченной области, называемой внутренней частью модели
  - Модель, полученная любым способом, кроме вращения некоторой кривой вокруг оси
6. Какие примитивы используются для представления цифровой модели в формате STL?
  - Треугольники
  - Прямоугольники
  - Кубы и пирамиды
  - Линии произвольной формы
7. Выберите способы представления цифровых моделей
  - Облако точек
  - Твердотельные модели
  - Неполлигональные поверхностные модели
  - Полигональные поверхностные модели

### 3.3. Текущий контроль

Текущий контроль осуществляется в процессе выполнения слушателями системы практических занятий (темы №№ 3–5). Форма работы – групповая.

**Образовательным продуктом** текущего контроля являются: разработанные конспекты принципов работы с программой Sketchup, подготовки цифровой 3D-модели к печати, описание печати модели на 3D-принтере и методические рекомендации по использованию 3D-принтера на учебных занятиях школьников в инженерных классах.

Оценка «зачтено» выставляется в случае представления слушателями выше указанных образовательных продуктов.

Оценка «не зачтено» выставляется в случае, невыполнения заданий. Для отработки поставленной задачи слушателям предоставляется дополнительное время, которое согласовывается в индивидуальном порядке.

### **3.4. Итоговый контроль**

#### **Формы итогового контроля:**

1. Презентация и защита мини-проектов с применением методики использования 3D-прототипирования и моделирования на учебных занятиях в инженерных классах.
2. Итоговое тестирование.

#### **Примерные темы мини-проектов:**

1. Методическая разработка урока или фрагментов уроков в инженерном классе с обучением работы в программе Sketchup на учебных занятиях в инженерных классах.

2. Методическая разработка урока или фрагментов уроков в инженерном классе с использованием 3D-прототипирования и моделирования на учебных занятиях в инженерных классах.

3. Методическая разработка внеурочного занятия в инженерном классе с использованием с использованием 3D-прототипирования и моделирования на учебных занятиях в инженерных классах.

4. Создание банка идей и тем для организации учебно-исследовательской и проектной деятельности с использованием с использованием 3D-прототипирования и моделирования на учебных занятиях в инженерных классах.

#### **1. Презентация и защита мини-проектов с применением методики использования 3D-прототипирования и моделирования на учебных занятиях в инженерных классах**

В процессе презентации и защиты мини-проекта должны быть раскрыты следующие структурные компоненты (требования):

- а) тема разрабатываемого мини-проекта;
- б) место урока/занятия или фрагментов уроков в контексте образовательной деятельности педагога, работающего в инженерном классе (методический комментарий);
- в) цели, задачи урока/занятия или фрагментов уроков (в случае выбора тем № 1–3);
- г) этапы и формы организации деятельности учащихся;
- д) планируемые результаты;
- е) возможные технологические и методические трудности и пути их решения;
- ж) дополнительные методические комментарии к представленному мини-проекту, в т.ч. подборка приложений и презентация.

В случае выбора группой темы № 4 (сугубо желание участников группы) – слушатели предлагают идеи и темы для организации различных видов деятельности с акцентом на учебно-исследовательскую и проектную деятельность в инженерном классе с учётом изученного материала и собственного опыта.

Презентация и защита мини-проекта – это его представление (регламент – 8 минут) 1–2 докладчиками от каждой группы (всего 5 групп) и последующие ответы на вопросы. Участники группы отвечают на вопросы своих коллег из других групп и модератора семинара (регламент – до 10 минут). В рамках представления и защиты мини-проекта слушателями курсов должны быть продемонстрированы:

- владение методикой использования 3D-прототипирования и моделирования на учебных занятиях в инженерных классах;
- рефлексия способов и результатов собственных профессиональных действий;
- способность к критическому осмыслению работ, представленных коллегами.

Слушатель курсов считается аттестованным по результатам участия в итоговом занятии в соответствии с предлагаемыми критериями.

### **Критерии оценки разработанных материалов мини-проекта и его защиты:**

**«Отлично»**, если в предоставленных материалах учтены предложенные выше требования. Разработчиками материалов мини-проекта продемонстрирован высокий уровень владения методикой использования 3D-прототипирования и моделирования на учебных занятиях в инженерных классах, знаниями и умениями, полученными в рамках курсовой подготовки. Работа отличается логичностью изложения материала и представляет собой практическую ценность. Разработка сопровождается подборкой приложений и мультимедийной презентацией.

**«Хорошо»**, если предоставленные материалы мини-проекта выполнены в соответствии с вышеизложенными требованиями. Разработчиками материалов мини-проекта продемонстрирован высокий уровень владения методикой использования 3D-прототипирования и моделирования на учебных занятиях в инженерных классах, знаниями и умениями, полученными в рамках курсовой подготовки, но в разработках отсутствует подборка приложений и мультимедийной презентации.

**«Удовлетворительно»**, если предоставленные материалы мини-проекта выполнены в основном в соответствии с вышеизложенными рекомендациями, но имеют замечания технологического и методического характера.

**Практическая направленность образовательного продукта применительно к практике представлена пакетом методических материалов по использованию 3D-прототипирования и моделирования на учебных занятиях школьников в инженерных классах:**

- методические материалы итогового контроля – это 5–6 мини-проектов, разработанных слушателями курсов в групповой работе;
- методические материалы текущего контроля (практические занятия тем №№ 3–5) – разработанные конспекты: принципов работы с программой Sketchup, подготовки цифровой 3D-модели к печати, описания печати модели на 3D-принтере и методические рекомендации по использованию 3D-принтера на учебных занятиях школьников в инженерных классах.

По окончании курсов каждый слушатель получает пакет материалов вышеуказанного содержания.

### **Рекомендации по организации итоговой работы – подготовке мини-проекта:**

а) слушателям курсов уже в начале обучения объявляется о задании по выполнению мини-проекта и требованиях к его оформлению и презентации. На этом же этапе участникам предлагается распределиться в группы для всей последующей работы на курсах. Подобный подход позволяет приступить к осмыслению работы в контексте всей последующей курсовой деятельности;

б) в рамках подготовки итоговой работы слушатели разрабатывают мини-проекты в группах по 4–5 человек. Всего формируется 5–6 групп для выполнения, соответственно, 5–6 разработок различных мини-проектов;

в) выполненные в рамках практического занятия (тема 7) мини-проекты передаются модератору курса для их предварительной оценки на соответствие формальным критериям промежуточного контроля. Положительное решение даёт возможность представить мини-проект на итоговой аттестации, отрицательное свидетельствует о необходимости доработать мини-проект перед его защитой.

Положительное решение основывается на полном соответствии работы заданным требованиям.

Отрицательное решение основывается на частичном соответствии работы заданным требованиям. В этом случае модератор курса указывает группе слушателей, что следует доработать.

## **2. Итоговое тестирование**

### **Примерные задания итогового тестирования**

#### **Образец текста**

Уважаемые коллеги, предлагаем вам задания итогового тестирования. Оценка «зачтено» выставляется в случае выполнения **не менее 70 %** заданий. Оценка «не зачтено» выставляется в случае выполнения **менее 70 %** заданий.

Желаем вам успешной работы!

1. Какие виды представления моделей использует autocad и Компас 3D?
  - Облако точек
  - Твердотельные модели
  - Неполигональные поверхностные модели
  - Полигональные поверхностные модели
2. Какие виды представления моделей использует Blender?
  - Облако точек
  - Твердотельные модели
  - Неполигональные поверхностные модели
  - Полигональные поверхностные модели
3. Какие формы представления цифровых моделей использует Sketchup?
  - Облако точек
  - Твердотельные модели

- НеполYGONальные поверхностные модели
  - ПолYGONальные поверхностные модели
4. Какие технологии 3D-печати что-то спекают или склеивают?
    - Стереолитография
    - Лазерное спекание
    - Порошковая 3D-печать (3DP)
    - Polijet
    - LENS (лазерное напыление)
    - Технология ламинирования
    - FDM (fused deposition modeling)
  5. Какие технологии 3D-печати что-то выдавливают?
    - Стереолитография
    - Лазерное спекание
    - Порошковая 3D-печать (3DP)
    - Polijet
    - LENS (лазерное напыление)
    - Технология ламинирования
    - FDM (fused deposition modeling)
  6. Какие материалы применяют в FDM технологии?
    - Пластик ABS
    - Пластик PLA
    - Поливинилхлорид
    - Нейлон
    - Поликарбонат
    - Дерево
    - Металлическая проволока
  7. Назовите основные конструктивные составляющие принтера FDM
    - Рама
    - Экструдер
    - Стол
    - Стул
    - Направляющие рейки с системой перемещения
    - Лазер
  8. Что такое филамент?
    - Нить, проволока
    - Чувствительный элемент экструдера
    - Заполненная (внутренняя) часть модели
    - Разновидность материала для 3D-печати
  9. На что влияет диаметр сопла принтера?
    - На максимальную толщину слоя при печати
    - На скорость печати
    - На температуру сопла при печати
    - На вид материала, который можно использовать при печати

10. Какие проблемы могут возникнуть при использовании FDM-технологии печати?
  - Загибание краев модели
  - Расслоение модели (плохая связь слоев)
  - Недостаточное выдавливание пластика
  - Избыточное выдавливание пластика
  - Смещение слоев относительно друг друга
  - Смешивание слоев друг с другом
11. Что такое слайсинг?
  - Скорость движения (скольжения) сопла
  - Процесс разделения модели на слои и определение траектории движения сопла
  - Процесс отделения от готовой модели лишнего материала
  - Процесс сглаживания готовой модели
12. Какие меры можно принять для избежания загибания краев модели при печати
  - Подогрев стола
  - Использование специальных подложек на стол
  - Печать подложки для модели
  - Уменьшение плотности заполнения модели материалом
  - Увеличение диаметра сопла
13. Какие действия составляют процесс постобработки модели?
  - Очистка модели от лишнего материала
  - Сглаживание модели химическим путем
  - Сглаживание модели механическим путем
  - Покраска модели
  - Исправление цифровой копии модели после испытаний

**Слушатель курсов считается аттестованным**, если им получены оценки «зачёт» как по результатам представления и защиты мини-проекта (групповая работа), так и по результатам итогового тестирования (индивидуальная работа).

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

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

#### **Литература:**

1. Петелин, А. SketchUp. Базовый учебный курс [электронный ресурс]. – Электрон. Книга. – М.: Издательские решения, 1995. – Режим доступа: <http://www.ozon.ru/context/detail/id/34948425/>. – Яз. рус.
2. Отраслевой информационный веб-портал о картриджах, принтерах и расходниках [электронный ресурс]: Обзор технологий 3D-печати / orgprint.com – Электрон. дан. – М., [2013] – Режим доступа: <http://www.orgprint.com/ru/wiki>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус.

3. Хабрахабр [электронный ресурс] : Краткий экскурс в методы 3D-печати / TedBeer – Электрон. журн. –[2013] – Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/136340/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус.
4. Low-cost 3D Printing for Science, Education and Sustainable Development / Editors E.Canessa, S.Fonda, M.Zennaro – электрон. книга – [2013] – Режим доступа: [http://sdu.ictp.it/3D/book/Low-cost\\_3D\\_printing\\_screen.pdf](http://sdu.ictp.it/3D/book/Low-cost_3D_printing_screen.pdf), свободный – Загл. с тит. страницы – Яз. Eng

#### **Интернет-ресурсы:**

1. <http://минобрнауки.рф/документы/543>.
2. <http://fcior.edu.ru> – федеральный центр информационно-образовательных ресурсов.
3. <http://school-collection.edu.ru/catalog/search> – Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов.
4. <http://window.edu.ru> – единое окно доступа к информационным ресурсам, в том числе оцифрованным книгам.
5. Интернет-сайт компании "НТ-МДТ" <https://www.ntmdt-si.ru>

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

#### **Материально-техническое обеспечение:**

- 3D-принтер;
- Аудитории с оборудованием для инженерного класса;
- Компьютерные и технические средства обучения для работы с презентационными материалами, документами и материалами в электронном виде: мультимедийная установка, экран, компьютер с выходом в Интернет;
- Учебно-методические материалы (в т.ч. презентационные), раздаточный материал для слушателей по всем темам учебного плана для всех видов предлагаемых работ;
- Аудитории для проведения фронтальной и групповой работы.

#### **Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий:**

- системное прикладное программное обеспечение (операционные системы, антивирусы, программы для обслуживания телекоммуникационных сетей).