

Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение  
**СРЕДНЯЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА №1**  
с углубленным изучением английского языка  
Московского района Санкт-Петербурга

**Рассмотрено и принято**

на педагогическом совете ГБОУ школы № 1  
Московского района Санкт-Петербурга

Протокол педсовета  
От 30.08.2024 г. № 1

**Утверждено**

Приказ №2/305-36 от 30.08.2024г.

Директор ГБОУ школы № 1  
Московского района Санкт-Петербурга

\_\_\_\_\_ Н.Н. Жук  
«30» августа 2024 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ  
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА  
«3Д-моделирование»**

Срок освоения: 1 год  
Возраст обучающихся: 12-17 лет

Разработчик: Алексеева Юлия Эдуардовна,  
педагог дополнительного образования

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### **Направленность программы**

Дополнительная общеразвивающая программа «3Д-моделирование» (далее – Программа) составлена на основании Положения о дополнительной общеразвивающей программе ГБОУ школа №1 с углубленным изучением английского языка (далее – Положение).

Программа имеет техническую направленность.

### **Актуальность Программы**

Современное общество все больше зависит от технологий и именно поэтому все более пристальное внимание уделяется такой области интеллекта человека, как инженерное мышление.

Инженерное мышление – это сложное образование, объединяющее в себя разные типы мышления: логическое, пространственное. Практическое, научное. Эстетическое, коммуникативное, творческое.

Актуальность выбранного направления для работы заключается в том, что в современных условиях развития технологий трёхмерная графика активно применяется для создания изображений на плоскости экрана или листа бумаги в науке и промышленности, например, в системах автоматизации проектных работ (САПР).

Процесс создания любой трёхмерной модели объекта называется «3Д-моделирование». В современном мире набирает обороты популярность 3Д-технологий, которые все больше внедряются в различные сферы деятельности человека. Значительное внимание уделяется 3Д-моделированию. Это прогрессивная отрасль мультимедиа, позволяющая осуществлять процесс создания трёхмерных моделей объекта при помощи специальных компьютерных программ.

### **Адресат программы**

По данной программе могут обучаться мальчики и девочки в возрасте от 12 до 17 лет.

**Уровень освоения программы:** углубленный.

### **Объём и срок освоения программы**

Обучение по данной программе рассчитано на 1 год – 144 часа.

**Цель программы** - формирование и развитие у обучающихся практических компетенций в области 3Д технологий. Повышение познавательной мотивации и развитие элементов инженерного мышления обучающихся в процессе приобретения знаний, умений и навыков 3Д-моделирования и разработки социально-значимых творческих проектов.

### **Задачи программы**

#### **Обучающие задачи:**

- познакомить с системами 3Д моделирования и сформировать представление об основных технологиях моделирования;
- научить основным приемам и методам работы в 3Д системах автоматизированного проектирования;
- научить пользоваться САПР (системой автоматизированного проектирования) в объеме, достаточном для уверенного 3Д-моделирования несложных декоративных изделий, сувениров и бытовых предметов;
- формировать навыки работы с инструментами и приборами при создании готового изделия;
- научить использовать технологии «цифрового производства», в основном 3Д-печать и лазерную резку, для изготовления спроектированных объектов, понимать и учитывать особенности и ограничения используемых технологий;
- научить интегрировать все вышеперечисленные навыки, совместно с конструкторскими навыками предыдущих лет обучения, для выполнения творческих проектов.

#### **Развивающие задачи:**

- развить творческую активность через индивидуальное раскрытие технических способностей каждого ребенка;
- развить навыки совместной работы, умения работать самостоятельно, мобилизуя необходимые ресурсы, правильно оценивая смысл и последствия своих действий;
- развивать пространственное и образное, а также логическое и алгоритмическое мышление.

#### **Воспитательные задачи:**

- способствовать воспитанию трудолюбия, аккуратности; привить навыки работы в группе; формировать культуру общения;
- содействовать повышению привлекательности науки, научно-технического творчества для подрастающего поколения;
- содействовать профессиональному самоопределению, приобщению детей к социально значимой деятельности для осмысленного выбора профессии.

#### **Планируемые результаты освоения программы:**

##### Личностные результаты:

Сформированы и развиты:

- ответственность за создаваемый продукт,
- уважение к своему труду и труду товарищей,
- упорство в достижении желаемых результатов;
- точность и внимание к деталям,
- понимание ценности доброжелательных и конструктивных отношений в коллективе.

##### Метапредметные результаты:

- развита творческая активность через индивидуальное раскрытие технических способностей каждого ребенка;
- сформированы навыки совместной работы, умения работать самостоятельно, мобилизуя необходимые ресурсы, правильно оценивая смысл и последствия своих действий;
- развито пространственное и образное, а также логическое и алгоритмическое мышление.

##### Предметные результаты:

Сформированы знания и навыки для:

- использования САПР (система автоматизированного проектирования) в объеме, достаточном для уверенного 3Д-моделирования несложных декоративных изделий, сувениров и бытовых предметов;
- работы с инструментами и приборами при создании готового изделия;
- работы с программами конструирования печатных плат, самостоятельного изготовления печатных плат;
- использования технологии 3Д-печати и лазерной резки, для изготовления спроектированных объектов, понимания и учета особенности и ограничения используемых технологий;
- интеграции всех вышеперечисленных навыков, совместно с конструкторскими навыками предыдущих лет обучения, для выполнения творческих проектов;

## **ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ**

**Язык реализации:** русский.

**Форма обучения:** очная

**Особенности реализации:** Участвовать в реализации данной образовательной программы могут дети с 12 до 17 лет. Программа не предъявляет требований к содержанию и объему стартовых знаний, а также к уровню развития ребенка. Принимаются все желающие дети без конкурсного отбора.

**Условия набора и формирования групп**

Набор детей производится на основании письменного заявления родителей об их согласии с условиями обучения в объединении.

В группы набираются учащиеся 12–17 лет, количество занимающихся в группе: не менее 15 человек.

**Формы организации и проведения занятий**

- традиционное занятие;
- комбинированное занятие;
- практическое занятие;
- конкурс,
- творческая встреча;

**Материально-техническое оснащение**

1. компьютер
2. мультимедийная доска, проектор
3. колонка
4. литература, включающая наглядные пособия, электронные образовательные ресурсы
5. кабинет для проведения занятий по программе «3д-моделирование» по площади соответствует всем нормам и требованиям СанПина и позволяет обучать группы количеством до 15 обучающихся
6. 3Д принтеры

**Кадровое обеспечение:** педагог дополнительного образования.

## УЧЕБНЫЙ ПЛАН

### УЧЕБНЫЙ ПЛАН 1 ГОДА ОБУЧЕНИЯ

№ п/п	Название темы	Количество часов			Формы контроля
		теор.	практ.	всего	
1.	Введение. Техника безопасности.	1	-	2	Инструктаж
2.	Интерфейс системы 3Д. Операции построения и редактирования	6	10	16	Практическая работа
3.	Создание чертежей	5	15	20	Практическая работа
4.	Трехмерное моделирование	4	13	17	Практическая работа
5.	Моделирование сборочных чертежей в 3Д	8	14	18	Практическая работа
6.	3Д анимация	4	17	21	Практическая работа
7.	3Д печать	7	20	27	Практическая работа
8.	3Д-сканирование	3	17	20	Практическая работа
	<b>ИТОГО</b>	<b>38</b>	<b>106</b>	<b>144</b>	

### Сводный учебный план

№	Название программы	Года обучения	Всего часов
		1-й	
1.	3Д-моделирование	144	144
	<b>ИТОГО:</b>	<b>144</b>	<b>144</b>

УТВЕРЖДЕН  
 Приказ № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_  
 Директор ГБОУ школы № 1  
 с углубленным изучением  
 английского языка Московского района  
 Санкт-Петербурга  
 \_\_\_\_\_/  
 Подпись \_\_\_\_\_ ФИО  
 «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Календарный учебный график реализации  
 Дополнительной общеразвивающей программы  
 «Медиажурналистика»**

Год обучения	Дата начала занятий	Дата окончания занятий	Количество учебных недель	Количество учебных дней	Количество учебных часов	Режим занятий
1 год	02.09.2024	31.05.2025	36	72	144	2 часа 2 раза в неделю

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**Цель программы:** формирование и развитие у обучающихся практических компетенций в области 3Д технологий. Повышение познавательной мотивации и развитие элементов инженерного мышления обучающихся в процессе приобретения знаний, умений и навыков 3Д-моделирования и разработки социально-значимых творческих проектов.

**Задачи программы**

**Обучающие задачи:**

- познакомить с системами 3Д моделирования и сформировать представление об основных технологиях моделирования;
- научить основным приемам и методам работы в 3Д системах автоматизированного проектирования;
- научить пользоваться САПР (системой автоматизированного проектирования) в объеме, достаточном для уверенного 3Д-моделирования несложных декоративных изделий, сувениров и бытовых предметов;
- формировать навыки работы с инструментами и приборами при создании готового изделия;
- научить использовать технологии «цифрового производства», в основном 3Д-печать и лазерную резку, для изготовления спроектированных объектов, понимать и учитывать особенности и ограничения используемых технологий;
- научить интегрировать все вышеперечисленные навыки, совместно с конструкторскими навыками предыдущих лет обучения, для выполнения творческих проектов.

**Развивающие задачи:**

- развить творческую активность через индивидуальное раскрытие технических способностей каждого ребенка;
- развить навыки совместной работы, умения работать самостоятельно, мобилизуя необходимые ресурсы, правильно оценивая смысл и последствия своих действий;

- развивать пространственное и образное, а также логическое и алгоритмическое мышление.

**Воспитательные задачи:**

- способствовать воспитанию трудолюбия, аккуратности; привить навыки работы в группе; формировать культуру общения;

- содействовать повышению привлекательности науки, научно-технического творчества для подрастающего поколения;

- содействовать профессиональному самоопределению, приобщению детей к социально значимой деятельности для осмысленного выбора профессии.

**Планируемые результаты:**

Личностные результаты:

Сформированы и развиты:

- ответственность за создаваемый продукт,

- уважение к своему труду и труду товарищей,

- упорство в достижении желаемых результатов;

- точность и внимание к деталям,

- понимание ценности доброжелательных и конструктивных отношений в коллективе.

Метапредметные результаты:

- развита творческая активность через индивидуальное раскрытие технических способностей каждого ребенка;

- сформированы навыки совместной работы, умения работать самостоятельно, мобилизуя необходимые ресурсы, правильно оценивая смысл и последствия своих действий;

- развито пространственное и образное, а также логическое и алгоритмическое мышление.

Предметные результаты:

Сформированы знания и навыки для:

- использования САПР (система автоматизированного проектирования) в объеме, достаточном для уверенного 3D-моделирования несложных декоративных изделий, сувениров и бытовых предметов;

- работы с инструментами и приборами при создании готового изделия;

- работы с программами конструирования печатных плат, самостоятельного изготовления печатных плат;

- использования технологии 3D-печати и лазерной резки, для изготовления спроектированных объектов, понимания и учета особенности и ограничения используемых технологий;

- интеграции всех вышеперечисленных навыков, совместно с конструкторскими навыками предыдущих лет обучения, для выполнения творческих проектов;

***Содержание программы 1 год обучения.***

**I. Введение. Техника безопасности**

**Теория.** Инструктаж по технике безопасности. Инструктаж по пожарной безопасности и электробезопасности. Инструктаж по санитарии. Распорядок дня. Расписание занятий. Программа занятий на курс.

**II. Интерфейс системы 3D. Операции построения и редактирования**

**Тема 1. Интерфейс системы 3D. Построение геометрических объектов.**

**Теория.** Компактная панель и типы инструментальных кнопок. Создание пользовательских панелей инструментов. Простейшие построения.

**Практика.** Настройка рабочего стола. Построение отрезков, окружностей, дуг и эллипсов.

**Тема 2. Редактирование в 3D**

**Теория.** Простейшие команды в 3D.

**Практика.** Сдвиг и поворот, масштабирование и симметрия, копирование и деформация объектов, удаление участков кривой и преобразование в NURBS-кривую.

### **III. Создание чертежей Тема 1. Оформление чертежей по ЕСКД в 3D. Подготовка 3D модели и чертежного листа.**

**Теория.** Знакомство с методами разработки конструкторской документации. Правила и ГОСТы. Основная надпись конструкторского чертежа по ГОСТ 2.104—2006.

**Практика.** Подготовка 3D модели и чертежного листа.

#### **Тема 2. Вставка видов на чертежный лист, произвольные виды**

**Теория.** Виды и слои. Фантомы. Панель «Ассоциативные виды». Стандартные виды. Произвольный вид. Проекционный вид. Вид по стрелке.

**Практика.** Чертёж. Создание видов втулочно-пальцевой муфты.

#### **Тема 3. Линии, разрезы и сечения**

**Теория.** Типы линий, разрезы и сечения.

**Практика.** Добавление вида по стрелке и вида-разреза в чертеж втулочно-пальцевой муфты.

#### **Тема 4. Вставка размеров**

**Теория.** Построение размеров и редактирование размерных надписей. Панель Размеры. Диалоговое окно Задание размерной надписи. Обозначения на чертеже.

**Практика.** Создание рабочего чертежа уголка с нанесением размеров.

### **IV. Трёхмерное моделирование**

#### **Тема 1. Управление окном. Дерево построения**

**Теория.** Дерево модели: представление в виде структуры и обычное дерево. Раздел дерева в отдельном окне. Состав Дерева модели.

**Практика.** Анализ дерева модели чертежа втулочно-пальцевой муфты.

#### **Тема 2. Построение трёхмерной модели прямоугольника и окружности**

**Теория.** Формообразующие операции (построение деталей).

**Практика.** Создание болта и отверстия.

**Тема 3. Операции (выдавливание, вращение, кинематическая операция, операция по сечениям)**

**Теория.** Выдавливание: эскиз, сформированный трёхмерный элемент, уклон внутрь и уклон наружу. Вращение: эскиз, полное вращение, вращение на угол меньше 360°. Кинематическая операция: эскиз и траектория операции, трёхмерный элемент. Операция по сечениям: набор эскизов в пространстве, сформированный трёхмерный элемент. 13

**Практика.** Моделирование тела вращения на примере вала.

**Тема 4. Операции (выдавливание, вращение, кинематическая операция, операция по сечениям)**

**Практика.** Создаем 3D модель Корпус

**Тема 5. Операции (выдавливание, вращение, кинематическая операция, операция по сечениям)**

**Практика.** Создаем 3D модель Шкив.

**Тема 6. Операции (выдавливание, вращение, кинематическая операция, операция по сечениям)**

**Практика.** Простое моделирование болта в 3D.

**Тема 7. Операции (выдавливание, вращение, кинематическая операция, операция по сечениям)**

**Практика.** Создание твердотельной детали.

#### **Тема 8. Создание 3D модели. Сечение**

**Теория.** Разрез модели, разрез по линии и местный разрез. Сечение поверхностью. Плоскость и направление отсечения.

**Практика.** Создание сечения для 3D вала.

#### **Тема 9. Проект «Моделирование объектов по выбору»**

**Практика.** Создание чертежей деталей, выполнение 3D моделей.



## V. Моделирование сборочных чертежей в 3D

### Тема 1. Проектирование спецификаций.

Теория. Общие принципы работы со спецификациями. Разработка спецификации к ассоциативному чертежу. Специальные возможности редактора спецификаций 3D.

Практика. Разработка спецификации к сборочному чертежу редуктора. Разработка спецификации для трехмерной сборки редуктора.

### Тема 2. Создание модели сборочного чертежа сварного соединения

Практика. Создание сборочного чертежа сварного соединения изделия Опора и его сборка.

### Тема 3. Сборка. Болтовое соединение

Практика. Выполнение сборки болтового соединения с резьбой M20 методом сверхуниз.

### Тема 4. Резьбовые соединения деталей

Практика. Выполнение сборочного чертежа резьбового соединения и его сборка.

### Тема 5. Спиннер. Сборка

Практика. Создание чертежей корпуса, четырёх подшипников, двух крышек, сопряжение между ними. Выполнение сборки спиннера.

### Тема 6. Проект «Создание модели сборочного чертежа по выбору»

Практика. Создание чертежей деталей, выполнение сборки модели.

## VI Содержание программы модуля «Прототипирование»

### Тема 1. Анимация сборки примитивного двигателя

Теория. Библиотека анимации. Имитация движения механизмов, устройств и приборов, смоделированных в системе 3D. Имитирование процессов сборки разборки изделий. Создание видеороликов, для презентаций.

Практика. Создание анимации сборки простейшего механизма.

### Тема 2. Анимация сборки кривошипа

Практика. Используя библиотеку анимации создать сборку кривошипа.

### Тема 3. Сборка и анимация домкрата

Практика. Используя библиотеку анимации создать сборку домкрата.

### Тема 4. Создание анимации кулачка с толкателем

Практика. Используя библиотеку анимации создать сборку цепной передачи.

### Тема 5. Проект «Создание анимации механизма по выбору»

Практика. Создание чертежей деталей, выполнение сборки модели, создание анимации.

## VII. 3D печать

### Тема 1. Введение. Сферы применения 3D-печати

Теория. Доступность 3D печати в архитектуре, строительстве, мелкосерийном производстве, медицине, образовании, ювелирном деле, полиграфии, изготовлении рекламной и сувенирной продукции. Основные сферы применения 3D печати в наши дни

### Тема 2. Типы принтеров и компании. Технологии 3D-печати.

Теория. Принципы, возможности, расходные материалы. Стереолитография (Stereo Lithography Apparatus, SLA). Выборочное лазерное спекание (SelectiveLaserSintering, SLS). Метод многоструйного моделирования (Multi Jet Modeling, MJM)

Практика. Правка модели.

### Тема 3. Настройка Blender и единицы измерения. Параметр Scale.

Теория. Расположение окон, переключение и как сохранение единиц измерения. Настройки проекта и пользовательские настройки. Значение Screen для параметра Scale.

Практика. Правка модели

### Тема 4. Основная проверка модели (non-manifold).

Теория. Неманифолдная (не закрытая/не герметичная) геометрия 3D объекта. Nonmanifold-геометрия.

Практика. Правка модели

Тема 5. Проверки solid и bad contiguousedges. Самопересечение (Intersections).

Теория. Прямой импорт данных. Типы файлов, открываемые напрямую в SolidEdge. Импорт файлов из сторонних САДсистем с помощью промежуточных форматов. Самопересечения полигонов.

Практика. Правка модели.

Тема 6. Плохие грани и ребра (Degenerate). Искаженные грани (Distorted)

Теория. Проверка на пригодность 3D моделей к печати, используя функциональность программы 3D Компас.

Практика. Правка модели

Тема 7. Толщина (Thikness). Острые ребра (Edgesharp).

15 Теория. Модификатор EdgeSplit, ОстрыЕ ребра (FlatShading), загаданный угол (SplitAngle), острые (MarkSharp). Сглаженные рёбра (Smooth), острые (Flat). Режимы: EdgeAngle и SharpEdges.

Практика. Правка модели

Тема 8. Свес (Overhang). Автоматическое исправление.

Теория. Быстрое автоматическое исправление STL файлов для 3D-печати. Загрузка STL файла и его предварительный анализ. Экспорт исправленного нового файла STL. Свес (Overhang).

Практика. Правка модели.

Тема 9. Информация о модели и ее размер. Полые модели.

Теория. Печать точной модели. Усадка и диаметр экструзии расплава, диаметр экструзии. Заполнение детали при 3D печати.

Практика. Правка модели

Тема 10. Экспорт моделей. Цветная модель (vertexcolor).

Теория. Разрешение файла. Расширенный список форматов, которые автоматически экспортируются в STL: STP, STEP, OFF, OBJ, PLY и непосредственно STL. Карта Vertex Color.

Практика. Правка модели

Тема 11. Модель с текстурой (texturepaint). Модель с внешней текстурой

Теория. Экспорт моделей с правильными габаритами в формат STL, а также в формат VRML с текстурами.

Практика. Правка модели.

Тема 12. Запекание текстур (bake). Обзор моделей.

Теория. Возможности запекания карт (дуффузных нормалей, отражений, затенений и т.д.) в текстуру с одной модели на другую.

Практика. Правка модели

Тема 13. Факторы, влияющие на точность.

Теория. Точность позиционирования, разрешающая способность, температура сопла, температура стола, калибровка.

Практика. Правка модели.

Тема 14. Проект «Печать модели по выбору»

Практика. Выбор моделей из выполненных в течение года.

VIII. 3D-сканирование

Тема 1. Что такое 3D сканер и как он работает? История появления

Теория. История. Принцип работы 3d сканера. Бесконтактные 3d сканеры.

Тема 2. Методы трехмерного сканирования.

Теория. Контактная (контактирует с объектом), Бесконтактная.

Практика. Сканирование модели

Тема 3. Технологии трехмерного сканирования.

Теория. Технологии 3D сканирования. Активный принцип излучения. Пассивный принцип излучения. Устройство и принцип работы 3d сканера по системе бесконтактного пассивного сканирования.

Практика. Сканирование модели  
Тема 4. Программное обеспечение для 3D сканера. Обзор 3D-сканера Sense.  
Теория. ПО 3D systems Sense. Особенности и параметры 3D-сканера SENSE. Панель инструментов сканирования (Scan).

Практика. Сканирование модели

Тема 5. Обработка файла после сканирования.

Теория. Инструменты редактирования. Настройки редактирования.

Практика. Сканирование модели

Тема 6. Проект «Сканирование объекта по выбору и обработка файла»

Практика. Выбор моделей из выполненных в течение года.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ И ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Процесс достижения поставленных целей и задач программы осуществляется в сотрудничестве обучающихся и педагога. При этом реализуются различные методы осуществления целостного педагогического процесса. На различных его этапах ведущими выступают отдельные, приведенные ниже методы.

### Методы обучения:

- объяснительно-иллюстративные
- демонстрация приемов работы с соответствующим программным обеспечением (с использованием проектора, интерактивной доски);
- практические (репродуктивные)
- моделирование изделий с использованием пошаговых инструкций;
- частично-поисковые
- конструирование изделий на основе технического задания, с помощью преподавателя;
- метод проектов
- индивидуальные или групповые;
- индивидуальные
- задания в зависимости от достигнутого уровня развития обучающегося.

### Методы стимулирования и мотивации учебно-познавательной деятельности:

- привлекательные для обучающихся задания;
- возможность изготовить и забрать с собой удачные модели;
- коллективные обсуждения выполненных работ;
- участие в конкурсных мероприятиях.

### Методы воспитания:

- беседы;
- метод примера;
- педагогическое требование;
- наблюдение, анкетирование, анализ результатов деятельности обучающихся, поощрение.

Выбор метода обучения зависит от содержания занятия, уровня подготовки и опыта обучающихся. На занятиях преобладают репродуктивный и репродуктивно-творческий методы.

Основной формой проведения занятий является практическая работа на компьютере, заключающаяся в выполнении заданий по образцу и творческие работы. На занятиях по всем темам проводится инструктаж по технике безопасности при работе в компьютерном классе. Решению воспитательных задач способствует участие обучающихся в выставках и конкурсах различного уровня.

Учебно-методический комплекс к программе разрабатывается реализующим ее педагогом дополнительного образования и хранится на базе проведения занятий по программе.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ПЕДАГОГОВ

1. Аббасов, И.Б. Двухмерное и трехмерное моделирование в 3ds MAX / И.Б. Аббасов. - М.: ДМК, 2012. - 176 с.
2. Большаков В.П. Создание трехмерных моделей и конструкторской документации в системе КОМПАС-3D, 2010 г.в., 496 стр.
3. Большаков В.П., Бочков А.Л., Лячек Ю.Т. Твердотельное моделирование деталей в САД – системах: AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor, Creo. 2014 г.в. 304 стр.
4. Ганеев, Р.М. 3D-моделирование персонажей в Maya: Учебное пособие для вузов / Р.М. Ганеев. - М.: ГЛТ, 2012. - 284 с.
5. Герасимов А. Самоучитель КОМПАС-3D V12 , 2011 г.в. 464 стр.
6. Зеньковский, В. 3D-моделирование на базе Vue xStream: Учебное пособие / В. Зеньковский. - М.: Форум, 2011. - 384 с.
7. Зеньковский, В.А. 3D моделирование на базе Vue xStream: Учебное пособие / В.А. Зеньковский. - М.: ИД Форум, НИЦ Инфра-М, 2013. - 384 с.
8. Климачева, Т.Н. AutoCAD. Техническое черчение и 3D-моделирование. / Т.Н. Климачева. - СПб.: BHV, 2008. - 912 с.
9. Пекарев, Л. Архитектурное моделирование в 3ds Max / Л. Пекарев. - СПб.: BHV, 2007.- 256 с.
10. Петелин, А.Ю. 3D-моделирование в Google Sketch Up - от простого к сложному. Самоучитель / А.Ю. Петелин. - М.: ДМК Пресс, 2012. - 344 с.
11. Погорелов, В. AutoCAD 2009: 3D-моделирование / В. Погорелов. - СПб.: BHV, 2009. - 400 с.
12. Полещук, Н.Н. AutoCAD 2007: 2D/3D-моделирование / Н.Н. Полещук. - М.: Русская редакция, 2007. - 416 с.
13. Сазонов, А.А. 3D-моделирование в AutoCAD: Самоучитель / А.А. Сазонов. - М.: ДМК, 2012. - 376 с.
14. Тозик, В.Т. 3ds Max Трехмерное моделирование и анимация на примерах / В.Т. Тозик.- СПб.: BHV, 2008. - 880 с.
15. Трубочкина, Н.К. Моделирование 3D-наносхемотехники / Н.К. Трубочкина. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2012. - 499 с.
16. Швембергер, С.И. 3ds Max. Художественное моделирование и специальные эффекты / С.И. Швембергер. - СПб.: BHV, 2006.

### ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. Герасимов А. Самоучитель КОМПАС-3D V12 , 2011 г.в. 464 стр.
2. Большаков В.П., Бочков А.Л., Лячек Ю.Т. Твердотельное моделирование деталей в САД – системах: AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor, Creo. 2014 г.в. 304 стр.
3. Большаков В.П. Создание трехмерных моделей и конструкторской документации в системе КОМПАС-3D, 2010 г.в., 496 стр.
4. Полещук Н. Самоучитель AutoCAD, 2016 г.в. 384 стр.
5. Погорелов, В. AutoCAD 2009: 3D-моделирование / В. Погорелов. - СПб.: BHV, 2009. - 400 с.
6. Климачева, Т.Н. AutoCAD. Техническое черчение и 3D-моделирование. / Т.Н. Климачева. - СПб.: BHV, 2008. - 912 с.

1. Сазонов, А.А. 3D-моделирование в AutoCAD: Самоучитель / А.А. Сазонов. - М.: ДМК, 2012. - 376 с.