


МУНИЦИПАЛЬНОЕ АВТОНОМНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ «ГИМНАЗИЯ № 42»

ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

СОГЛАСОВАНО:

Заместитель директора по УВР

 Н. В. Кальмова
«30» августа 2019 г.

УТВЕРЖДАЮ:

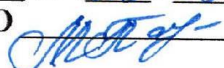
Директор МАОУ «Гимназия №42»


Т. Н. Семенкова
«30» августа 2019 г.

**Дополнительная общеразвивающая программа
«Основы 3D моделирования и прототипирования»
(срок реализации 3 года, возраст 12-18 лет)**

Составитель:

Демидов Александр Сергеевич,
педагог дополнительного образования
МАОУ «Гимназия №42»
подразделение дополнительного образования

Программа рассмотрена
на заседании методического объединения
Протокол № 1 от «28» 08.2019.
Руководитель МО 

Кемерово 2019

РАЗДЕЛ I. КОМПЛЕКС ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Пояснительная записка

3D-конструирование, цифровое моделирование (прототипирование) являются сегодня быстроразвивающимися компьютерными технологиями, составляющими основу любого современного технологического процесса разработки нового изделия. Стремительное развитие и распространение средств цифрового производства (3D-принтеров, фрезерных станков с ЧПУ, лазерных станков и др.), а также высокоуровневых и доступных для освоения программ 3Dмоделирования делает возможным преподавание данной тематики в курсе робототехники как вспомогательного направления инженерно-технического конструирования. Навыки, получаемые в ходе освоения данной учебной программы, достаточны для свободного творческого моделирования, конструирования деталей, сборок, механизмов, и могут использоваться обучающимися в ходе выполнения любых проектных работ технической направленности (в первую очередь робототехники), как в системе дополнительного образования на занятиях под руководством педагога, так и самостоятельно дома.

Настоящая *дополнительная общеразвивающая программа «Основы 3D-моделирования и прототипирования»* нацелена на освоение учащимися основных навыков работы в системе автоматического проектирования (далее САПР) на примере 3D-моделирования в среде Autodesk Inventor и является частью комплекса дополнительных общеразвивающих программ по робототехнике.

Направленность программы - *техническая*

Актуальность данной образовательной программы определяется тем, что она:

- способствует достижению результатов, по формированию у подростков основ инженерной грамотности, информационно-коммуникационной компетентности; дополняет освоение предметных областей информатики, математики (геометрии и стереометрии) и технологии;
- создает нормативную базу освоения 3D-моделирования подростками, склонными к техническому творчеству, и, тем самым, удовлетворяет их социальный запрос на приобретение знаний и умений, адекватных современному уровню развития технологий; вооружает их соответствующими навыками, позволяющими реализовать свои творческие идеи и существенно сократить дистанцию до воплощения;
- обеспечивает работу по профориентации подростков в области инженерно-технических профессий, позволяет сделать предпрофессиональные пробы и страховку профессионального становления.

Отличительные особенности программы

Отличительной особенностью *дополнительной общеразвивающей программы «Основы 3D-моделирования и прототипирования»* является то, что она создана специально для освоения подростками принципов работы с современными системами твердотельного параметрического 3D-проектирования, на примере пакета Autodesk Inventor (программа может быть адаптирована, с минимальными изменениями, для изучения других аналогичных САПР-систем, таких как Компас 3D, PTC Creo Parametric, SolidWorks).

Важной частью занятий является доведение проектируемого изделия до изготовления образца, прототипа, при использовании для физического изготовления спроектированных изделий 3D-принтеров, и, при наличии, других станков с ЧПУ (например, лазерного и фрезерного).

Данная программа не только дает навыки и умения работы с пакетом программ класса САПР, но и способствует формированию информационно-коммуникативных и социальных компетентностей.

Использование метода проектов создает условия для социального, культурного и профессионального самоопределения, творческой самореализации обучающихся, а ориентирование подростков на положительные образы в творческих работах учит видеть и ценить ценности реального мира.

Адресатами программы являются подростки 12-18 лет различных образовательных организаций города Кемерово и Кемеровского района.

В ходе образовательной деятельности применяются различные формы организации деятельности учащихся и методы обучения. На начальном этапе преобладают групповые и индивидуально-групповые занятия, к концу курса часть учебного времени выделяется на выполнение индивидуальных творческих проектов учащихся.

Сроки реализации и режим занятий –

1 год, 144 часа, 4 часа в неделю, 2 год, 144 часа, 4 часа в неделю.

1.2. Цель и задачи программы

Исходя из особенностей деятельности, специфики *дополнительной общеразвивающей программы* в рамках технической направленности, традиций учреждения, где реализуется программа, и особенностей контингента учащихся определены цель и задачи программы.

Целью программы является: формирование и развитие творческих способностей детей и подростков в области технического проектирования на основе современных технологий.

Для решения поставленной цели необходимо решение воспитательных и образовательных **задач**:

Обучающие (предметные):

- сформировать информационные компетентности, через создание собственных проектов в процессе изучения и с помощью технологий 3D-конструирования и цифрового производства;
- развить познавательный интерес и техническую эрудицию;
- научить пользоваться САПР Autodesk Inventor в объеме, достаточном для уверенного 3dмоделирования несложных декоративных изделий, сувениров и бытовых предметов;
- научить использовать технологии «цифрового производства», в основном 3D-печать, для изготовления спроектированных объектов, понимать и учитывать особенности и ограничения используемых технологий;
- научить базовым навыкам ручной работы и использования инструментов, необходимых для финишной обработки и сборки изготовленных объектов.

Развивающие (метапредметные):

- развивать познавательный интерес, внимание, память;
- развивать пространственное и образное мышление;
- формировать навыки сознательного и рационального использования конструкторских технологий в своей повседневной, учебной деятельности;
- развивать коммуникативные навыки, умение взаимодействовать в группе.

Воспитательные (личностные):

- формировать творческий подход к поставленной задаче;
- прививать техническую и информационную культуру как составляющую общей культуры современного человека;
- воспитывать чувство ответственности за свою работу;
- воспитывать сознательное отношение к выбору будущей профессии.

1.3. Содержание программы

Содержание *дополнительной общеразвивающей программы «Основы 3D-моделирования и прототипирования»* представлено учебно-тематическим планом (календарным учебным графиком по годам обучения), имеет свои разделы и темы в каждом разделе (см. таблицу №1-№3), которые могут меняться в рамках модернизации программы, в зависимости от условий, контингента учащихся, мотивов и интересов учащихся, природных условий, материально-технических ресурсов.

Учебный план

Таблица №1

**Учебно-тематический план
к дополнительной общеразвивающей программе
«Основы 3D моделирования и прототипирования»
(первый год обучения)**

№ п/п	Разделы и темы	Кол-во учебных часов			Форма контроля
		Всего	Теория	Практ.	
1. Введение, инструктаж по ТБ и входное тестирование.					
1.	Введение в инженерное 3D-моделирование и 3D-печать, техника безопасности.	8	1	3	Тест Беннета.
2.	Первый опыт работы в Autodesk Inventor. Базовая операция «вытягивание». Эскиз (простые приемы, размеры), плоскость эскиза вытягивания.	8	1	3	Упражнение "Простой брелок"
3.	Первый опыт работы в Autodesk Inventor. Базовая операция «вращение». Эскиз, плоскость эскиза вращения, ось вращения. Сочетание вытягивания и вращения.	8	1	3	Упражнение "Простая ваза"
2. Основы моделирования деталей в Autodesk Inventor					
2.1. Базовые навыки					
4.	Построение эскиза. Эскизные операции. Зависимости в эскизе. Исправление эскиза установкой зависимостей. Тест.	8	1	3	Тест. Упр. "Исправь эскизные зависимости"
5.	Варианты и особенности использования операции вытягивание (симметричное вытягивание, вытягивание с удалением, и др.). Сглаживание, фаски.	8	1	3	Упражнение «Сложный брелок».
6.	Массивы - виды и способы применения	8	1	3	Упражнение «Балка с отверстиями»
7.	Творческая композиция с использованием всех возможностей вытягивания.	8	1	3	Проект на тему «Канцелярские принадлежности»
8.	Варианты и особенности использования операции вращение . Массив по оси.	8	1	3	Упражнения «Штурвал».
9.	Творческая композиция с использованием всех изученных возможностей вытягиваний и вращений.	8	1	3	Проект «Предметы рабочего стола».
10.	Операции «оболочка», «сопряжение», «симметричное отражение».	8	1	3	Упражнение "Кувшин с ручкой"
11.	Совместное использование разных операций (круговые массивы, вращение с вырезанием, моделирование в разных плоскостях).	8	1	3	Упражнение "Колонна"
12.	Совместное использование разных операций (круговые массивы, вращение с вырезанием, моделирование в разных плоскостях).	8	1	3	Упражнение: "Штурвал"
13.	Совместное использование разных операций (вращения, работа в разных плоскостях, массивы массивов).	8	1	3	Упражнение: "Булава".

14.	Самостоятельное моделирование по карточкам (повторение материала раздела "Базовые навыки")	8	0	4	Зачет по карточкам
2.2. Продвинутое приемы: поверхности и мультитела					
15.	Поверхности. Их создание, придание толщины. Операция "Сдвиг по линии".	8	1	3	Упражнение: "Продвинутый кувшин".
16.	Объединение и вычитание тел, 3D-эскизы, работа с поверхностями.	8	1	3	Упражнение: "Ажурный кувшин"
17.	Тела и поверхности. Криволинейные поверхности, пересечение объемов. Операции с поверхностями.	8	1	3	Упражнение: "Fingerboard"
18.	Мультитела. Введение в многотельные детали. Лофт по направляющей. Работа с поверхностями.	8	1	3	Упражнение: "Кинжал"
19.	Преобразование многотельной детали в сборку.	8	1	3	Упражнение: детализировка кинжала
20.	Мультитела и работа с поверхностями.	8	1	3	Упражнение: "Omniwheel"
21.	Комбинируемая работа с поверхностями: разделение, толщины. 3D-эскизы: пересечение поверхностей.	8	3		Упражнение: "Водолазный шлем".
3. Закрепление навыков в проектной деятельности					
3.1. Закрепление навыков. Мини-проект "Моя школа"					
22.	Моделируем коробку здания, окна и двери, лестницы.	8	1	3	
23.	Шпили и башни. Черепица на крыше. Колонны. Сборочная модель здания.	8	1	3	
24.	Построение сложных много-скатных крыш по точкам и отрезкам 3D-эскизов.	8	1	3	Упражнение "Хитрая Крыша"
25.	Самостоятельная работа над мини-проектом "Моя школа"	8	1	3	
26.	Завершение работы над мини-проектом "Моя школа"	8	1	3	
27.	Подведение итогов, защита работ по теме.	8	1	3	Презентация работ проекта
3.2. Закрепление навыков. Мини-проект стендовая модель самолета					
28.	Простой лофт. Как работает крыло и пропеллер. Профиль крыла.	8	1	3	Упражнение: "Вертушкапропеллер"
29.	Операция Лофт. Построение корпуса и крыльев по сечениям.	8	1	3	Упражнение: корпус и крылья
30.	Круговые массивы, рабочие плоскости и пр.	8	1	3	Упражнение: радиальный авиадвигатель

31.	Лофты, тела вращения, круговые массивы. Мини-проект "Самолетик",	8	1	3	Упражнение: пропеллер
32.	Построение рабочих плоскостей, сдвиг по линии, тела вращения.	8	1	3	Упражнение: стойки шасси и подкосы крыльев
33.	Завершение работы над стендовой моделью самолета, выставка работ.	8	1	3	Презентация
3.3. Закрепление навыков. Свободное творческое проектирование					
34.	Замысел. Планирование. Воплощение.	8	1	3	
35.	Воплощение.	8	1	3	
36.	Защита проектов	8	1	3	Презентация проектов
	Всего часов	144	35	109	

Содержание
дополнительной общеразвивающей программе
«Основы 3D моделирования и прототипирования»
(первый год обучения)

Введение

Теоретические занятия:

Беседа по правилам поведения учащихся.

Инструктаж по технике безопасности работы с компьютерной техникой.

Организация работы в кабинете.

Развитие новых технологий. Задачи и проблемы развития технологий в приборостроении.

Изучение основ технического черчения Виды изделий и конструкторских документов. Общие определения. Правила оформления чертежей: штриховка в разрезах и сечениях, линии чертежа и их обводка, шрифты, размеры, буквенные обозначения на чертежах, масштабы, форматы чертежей, стандарты.

Проекционное черчение: прямоугольные проекции, расположение видов (проекций) на чертежах, построение проекций геометрических тел, разрезы и сечения.

Знакомство с основами прототипирования. Общие понятия о прототипировании. Современные технологии. Знакомство с рядом моделей 3D-принтеров. Материал, используемый при печати.

Знакомство с конструкцией и принципами работы 3D-принтера Picaso Bilder. Его технические характеристики. Знакомство с системой КОМПАС-3D

Интерфейс. Основные компоненты системы. Виды документов. Документ – Чертеж. Инструментальные панели. Общие приемы работы. Компактная панель. Панель свойств.

Инструментальная панель Геометрия. Инструментальная панель Редактирование и Размеры. Документ – Деталь. Инструментальные панели.

Рабочее пространство. Дерево модели. Компактная панель. Панель свойств. Эскиз. Вспомогательная геометрия.

Формообразующие операции. Операция выдавливание.

Создание модели с помощью операции Выдавливание и вырезать Выдавливанием. Дополнительные элементы: фаски, скругления.

Формообразующие операции. Операция вращение. Создание модели с помощью операции Вращение и вырезать Вращением.

Формообразующие операции. Кинематическая операция. Создание модели с помощью Кинематической операции и вырезать Кинематически.

Формообразующие операции. Операция по сечениям. Создание модели с помощью операции. Создание сложных деталей. Принципы создания деталей, созданных несколькими различными операциями.

Документ – Сборка. Инструментальные панели. Рабочее пространство. Дерево модели. Компактная панель. Панель свойств. Инструментальные панели. Редактирование сборки и Сопряжения.

Создание чертежа из 3D-модели. Принципы создания чертежа из 3D-модели. Инструментальная панель Вид.

Практические занятия:

Тестовое задание – Чертеж от руки.

Тестовое задание – Панель Геометрия.

Тестовое задание – Панели Редактирование и Размеры.

Тестовое задание – Операция Выдавливание.

Тестовое задание – Операция Вращение.

Тестовое задание – Кинематическая операция.

Тестовое задание – Операция по сечениям.

Тестовое задание – Сложная деталь.

Тестовое задание – Создание деталей для дальнейшей сборки.

Тестовое задание – Сборка.

Тестовое задание – Чертеж из модели.

Индивидуальные консультации по созданию чертежей и моделей

Индивидуальная работа по подготовке материалов для научно-практических конференций и конкурсов.

Индивидуальная работа по выполнению практических работ в рамках реализации научно-технических проектов.

Зачетные занятия

Итоговое занятие:

Подведение итогов, проверка усвоения материала

Обсуждение учебного курса в целом

Работа на плановых мероприятиях

**Учебно-тематический план
к дополнительной общеразвивающей программе
«Основы 3D моделирования и прототипирования»
(второй год обучения)**

№ п/п	Разделы и темы	Кол-во учебных часов			Форма контроля
		Всего	Теория	Практ.	
1. Сборки					
1.1. Сборочные модели					
	Создание и виды сборочных моделей (сборок). Сборочные зависимости.	4	1	3	Упражнения на сборку
	Сборочные зависимости. Упражнения на сборку, продолжение	4	1	3	
	“Сборки”. Зубчатые передачи. Моделирование шестерни “вручную”.	4	1	3	
	Массивы деталей. Параметризация. Использование массивов в сборочных моделях.	4	1	3	Задание: “Железная дорога”
1.2. Анимация сборочных моделей					
	Использование параметров при анимации движения	4	1	3	Анимация “Железной дороги”
6.	Механизмы. Моделирование зубчатых передач с использованием “мастера проектирования” (3D печать или лазерная резка из тонкого пластика, thing:3998)	4	1	3	Мини-проект: с зубчатой передачей
2. Прототипирование с использованием технологий лазерной резки.					
2.1. Лазерная резка и проектирование изделий из листового материала					
1.	Техника безопасности при работе с лазерным станком. Введение в лазерную резку и моделирование изделий из листовых материалов	4	1	3	
2.	Соединения шип-паз и их создание в Autodesk Inventor вычитанием тел. Экспорт двухмерных чертежей для лазерной резки.	4	1	3	Упражнения: “Лазерная елочка”, “Подсвечник”
3.	“Лазер”. Правило трех плоскостей. Пазовинтовое соединение.	4	1	3	Упражнение: “Подставка для планшета”
4.	3Построение в эскизе резных узоров (сплайны, 2отражение, массивы). (продолжение предыдущего задания)	4	1	3	Упражнение: “Резная шкатулка”
5.	3 Шарнирные соединения плоских деталей.	4	1	3	Мини-проект: “Карданов подвес”

6.	Шарнирные соединения плоских деталей.	4	1	3	Мини-проект: "Гироскоп в Кардановом подвесе"
2.2. Мини-проекты на базе лазерных технологий					
7.	Мини-проект "Гироскоп..." - изготовление и сборка	4	1	3	
8.	Завершение мини-проекта	4	1	3	"Гироскоп..."
7.	Моделирование шкафов, коробок и ящиков. Мини-проект: "Кассетница"	4	1	3	
8.	Мини-проект: "Кассетница" – изготовление и сборка	4	1	3	
9.	Завершение мини-проекта: "Кассетница"	4	1	3	"Кассетница"
10.	Шиповые соединения под разными углами, сочетание материалов. Мини-проект: "Декоративный светильник" (фанера, оргстекло, простая схема со светодиодом).	4	1	3	
11.	Завершение мини-проекта "Декоративный светильник"	4	1	3	"Декоративный светильник"
12.	Аппроксимация криволинейных поверхностей плоскими элементами. Массив по криволинейной направляющей. Упражнения: "Парковая скамейка "	4	1	3	"Парковая скамейка "
13.	Проектирование коробочек и корпусов.	4	1	3	Упражнение: "Пиратский сундучок".
14.	Самостоятельное моделирование по карточкам	4	1	3	Зачет
3. Прототипирование с использованием технологий 3D-печати					
3.1. Моделирование Лего-совместимых деталей					
15.	Конструктивное устройство деталей Лего, характерные размеры, «лего-юнит». Точные размеры. Измерение и моделирование технических деталей.	4	1	3	Упражнение: "Лего-блок"
16.	Особенности моделирования деталей лего (массивы, операция «оболочка»)	4	1	3	"Балка параметрическая "
17.	Настройка слайсера и печать детали. Поправка на погрешности 3D-печати.	4	1	3	Печать легодетали

18.	Лего-совместимые элементы для робототехнических проектов. Особенности проектирования элементов сопряжения (отверстия под оси, выступы креплений, отверстия под штифты, закрепление втулок)	4	1	3	Лего-деталь собственной разработки.
4. Моделирование и макетирование с использованием комбинированных технологий					
4.1. Историческое моделирование. Боевая техника					
19.	Особенности моделирования боевой техники.	4	1	3	
20.	Моделирование корпусов военных кораблей. Операция Лофт.	4	1	3	Определение своего проекта, изготовление моделей. Защита.
21.	Моделирование боевых машин на гусеничном ходу. Моделирование траков и подвески.	4	1	3	
22.	Моделирование артиллерии. Устройство артиллерийского орудия.	4	1	3	
23.	Моделирование кабин и кузовов.	4	1	3	
24.	Ракеты и пусковые установки. «Катюша».	4	1	3	
25.	Самостоятельная работа над проектами, изготовление моделей.	8	2	6	
26.	Завершение и изготовление проектов.	4	1	3	
27.	Изготовление, сборка и покраска моделей.	4	1	3	
28.	Завершение работ.	4	1	3	
29.	Выставка и презентация проектов военной техники.	4	1	3	Защита проекта
4.2. Автомоделизм в формате Scalextric					
30.	Сборка шасси из готовых моделей.	4	1	3	
31.	Моделирование и пробное изготовление корпуса автомодели.	4	1	3	
32.	Сочетание технологий: корпус -3D-печать, шасси - нарезка лазером.	4	1	3	
33.	Постпечатная обработка деталей шасси.	4	1	3	
34.	Сборка машинки и пайка.	4	1	3	
35.	Постпечатная обработка и подгонка корпуса. Пробные заезды.	4	1	3	
36.	Завершающее занятие. Выставка работ, обсуждение успехов и планов.	4	1	3	
Итого		144	35	109	

Содержание
дополнительной общеразвивающей программе
«Основы 3D моделирования и прототипирования»
(второй год обучения)

Сборочные модели

Создание и виды сборочных моделей (сборок). Сборочные зависимости. Упражнения на сборку, продолжение “Сборки”. Зубчатые передачи. Моделирование шестерни “вручную”. Массивы деталей. Параметризация. Использование массивов в сборочных моделях.

Практическая работа:

Анимация “Железной дороги” Задание: “Железная дорога”

Анимация сборочных моделей

Использование параметров при анимации движения. Механизмы. Моделирование зубчатых передач с использованием “мастера проектирования” (3D печать или лазерная резка из тонкого пластика, thing:3998)

Практическая работа:

Мини-проект: с зубчатой передачей. Анимация “Железной дороги”

Прототипирование с использованием технологий лазерной резки.

Лазерная резка и проектирование изделий из листового материала

Техника безопасности при работе с лазерным станком. Введение в лазерную резку и моделирование изделий из листовых материалов. Соединения шип-паз и их создание в Autodesk Inventor вычитанием тел. Экспорт двухмерных чертежей для лазерной резки. "Лазер". Правило трех плоскостей. Пазовинтовое соединение. Построение в эскизе резных узоров (сплайны, 2отражение, массивы). Шарнирные соединения плоских деталей. Шарнирные соединения плоских деталей.

Мини-проекты на базе лазерных технологий

Мини-проект "Гирископ..." - изготовление и сборка. Завершение мини-проект. Моделирование шкафов, коробок и ящиков. Шиповые соединения под разными углами, сочетание материалов. Аппроксимация криволинейных поверхностей плоскими элементами. Массив по криволинейной направляющей. Упражнения: "Парковая скамейка»

Практическая работа:

Мини-проект: "Декоративный светильник" (фанера, оргстекло, простая схема со светодиодом). Завершение мини-проекта "Декоративный светильник"

Мини-проект: "Кассетница" Мини-проект: "Кассетница" – изготовление и сборка

Завершение мини-проекта: "Кассетница"

Проектирование коробочек и корпусов.

Самостоятельное моделирование по карточкам

Упражнения: "Лазерная елочка", "Подсвечник" "Подставка для планшета" "Резная шкатулка"

Мини-проект: "Карданов подвес"

Мини-проект: "Гирископ в Кардановом подвесе"

Прототипирование с использованием технологий 3D-печати

Моделирование Лего-совместимых деталей

Конструктивное устройство деталей Лего, характерные размеры, «лего-юнит». Точные размеры. Измерение и моделирование технических деталей. Особенности моделирования деталей лего (массивы, операция «оболочка»).
Настройка слайсера и печать детали. Поправка на погрешности 3D-печати.
Лего-совместимые элементы для робототехнических проектов. Особенности проектирования элементов сопряжения (отверстия под оси, выступы креплений, отверстия под штифты, закрепление втулок)

Историческое моделирование.

Особенности моделирования боевой техники. Моделирование корпусов военных кораблей. Операция Лофт. Моделирование боевых машин на гусеничном ходу. Моделирование траков и подвески. Моделирование артиллерии. Устройство артиллерийского орудия. Моделирование кабин и кузовов. Ракеты и пусковые установки. «Катюша».

Практическая работа:

Самостоятельная работа над проектами, изготовление моделей. Завершение и изготовление проектов. Изготовление, сборка и покраска моделей. Завершение работ. Выставка и презентация проектов военной техники.

Автомоделизм в формате Scalextric

Сборка шасси из готовых моделей. Моделирование и пробное изготовление корпуса автомодели. Сочетание технологий: корпус -3D-печать, шасси - нарезка лазером. Постпечатная обработка деталей шасси. Сборка машинки и пайка. Постпечатная обработка и подгонка корпуса. Пробные заезды.

Завершающее занятие

Выставка работ, обсуждение успехов и планов.

Таблица №3

Учебно-тематический план к дополнительной общеразвивающей программе «Основы 3D моделирования и прототипирования» (третий год обучения)

№	Наименование разделов и тем	Всего часов	Количество часов	
			Теоретические	Практические
I	Введение. Техника безопасности.	1	1	-
II	Интерфейс системы КОМПАС3D. Операции построения и редактирования			
1	Интерфейс системы КОМПАС-3D. Построение геометрических объектов.	2	1	1
2	Редактирование в КОМПАС-3D	2	1	1
		4	1	3
III	Создание чертежей			

1	Оформление чертежей по ЕСКД в Компас 3D. Подготовка 3D модели и чертежного листа.	2	0,5	1,5
2	Вставка видов на чертежный лист, произвольные виды	2	1	1
3	Линии, разрезы и сечения	2	1	1
4	Вставка размеров	2	1	1
		8	2	6
IV	Трехмерное моделирование			
1	Управление окном Дерево построения	2	1	1
2	Построение трехмерной модели прямоугольника и окружности. Создание винта и отверстия	2	1	1
3	Операции (выдавливание, вращение, кинематическая операция, операция по сечениям). Моделирование тела вращения на примере вала	4	1	3
4	Операции (выдавливание, вращение, кинематическая операция, операция по сечениям). Создаем 3D модель Корпус.	4	-	4
5	Операции (выдавливание, вращение, кинематическая операция, операция по сечениям). Создаем 3D модель Шкив.	4	-	4
6	Операции (выдавливание, вращение, кинематическая операция, операция по сечениям). Простое моделирование болта в Компас 3D.	4	-	4
7	Операции (выдавливание, вращение, кинематическая операция, операция по сечениям). Создание твердотельной детали.	4	-	4
8	Создание 3D модели. Сечение. Создание сечения для 3D вала.	4	1	3
9	Проект «Моделирование объектов по выбору»	4	-	4
		32	4	28
V	Библиотеки в КОМПАС-3D			
1	Использование менеджера библиотек	2	1	1
2	Импорт и экспорт графических документов.	2	1	1
		4	2	2
VI	Моделирование сборочных чертежей в КОМПАС-3D			
1	Проектирование спецификаций	3	1	2

2	Создание модели сборочного чертежа сварного соединения	3	1	2
3	Сборка. Болтовое соединение	3	1	2
4	Резьбовые соединения деталей	3	1	2
5	Спиннер. Сборка	3	1	2
6	Проект «Создание модели сборочного чертежа по выбору»	5	-	5
		20	5	15
VII	Компас 3D анимация			
1	Анимация сборки примитивного двигателя	4	1	3
2	Анимация сборки кривошипа	4	1	3

3	Сборка и анимация домкрата	4	1	3
4	Создание анимации кулачка с толкателем	4	1	3
5	Проект «Создание анимации механизма по выбору»	8	-	8
		24	4	20
VIII	3D печать			
1	Введение. Сферы применения 3Dпечати	2	-	2
2	Типы принтеров и компании. Технологии 3D-печати. П/р: «Правка модели»	2	1	1
3	Настройка и единицы измерения. Параметр Scale. П/р: «Правка модели»	2	1	1
4	Основная проверка модели (nonmanifold). П/р: «Правка модели»	2	1	1
5	Проверки solidibadcontiguosedges. Самопересечение (Intersections). П/р: «Правка модели»	2	1	1
6	Плохие грани и ребра (Degenerate). Искривленные грани (Distorted) П/р: «Правка модели»	2	1	1
7	Толщина (Thikness). Острые ребра (Edgesharp). П/р: «Правка модели»	2	1	1
8	Свес (Overhang). Автоматическое исправление. П/р: «Правка модели»	2	1	1
9	Информация о модели и ее размер. Полые модели. П/р: «Правка модели»	2	1	1
10	Экспорт моделей. Цветная модель (vertexcolor). П/р: «Правка модели».	2	1	1
11	Модель с текстурой (texturepaint) Модель с внешней текстурой П/р:	2	1	1

	«Правка модели»			
12	Запекание текстур (bake). Обзор моделей. П/р: «Правка модели»	2	1	1
13	Факторы, влияющие на точность. П/р: «Правка модели»	2	1	1
14	Проект «Печать модели по выбору»	2	-	2
		28	12	16
IX	3D-сканирование			
1	Что такое 3D сканер и как он работает? История появления	1	-	1
2	Методы трехмерного сканирования. П/р: «Сканирование модели»	4	2	2
3	Технологии трехмерного сканирования. П/р: «Сканирование модели»	4	2	2
4	Программное обеспечение для 3D сканера. Обзор 3D-сканера Sense. П/р: «Сканирование модели»	6	2	4
6	Обработка файла после сканирования. П/р: «Сканирование модели»	2	1	1
7	Проект «Сканирование объекта по выбору и обработка файла»	6	2	4
		23	8	15
	Итого:	144	40	104

Содержание программы
дополнительной общеразвивающей программы
«Основы 3D моделирования и прототипирования»
(*третий год обучения*)

I. Введение. Техника безопасности

Тема 1. 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 КОМПАС-3D.
Операции построения и редактирования

Тема 1. Интерфейс системы КОМПАС-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 КОМПАС-3D

Теория. Простейшие команды в 3D Компас.

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 Компас 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 чертёж 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.

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 Компас 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. Библиотеки в КОМПАС-3D

Тема 1. Использование менеджера-библиотек

Теория. Конструкторские приложения. Бесплатные библиотеки. Библиотека Стандартные изделия.

Практика. Построить чертёж, используя библиотеку стандартных изделий на выбор.

Тема 2. Импорт и экспорт графических документов.

Теория. Форматы файлов КОМПАС 3D: Чертежи (*.cdw), Фрагменты (*.frw), Текстовые документы (*.kdw), Спецификации (*.spw), Сборки (*.a3d), Технологические сборки (*.t3d), Детали (*.m3d), Шаблоны (*.cdt), (*.prt), (*.kdt), (*.spt), (*.a3t), (*.m3t).

Практика: Выполнить импорт и экспорт файлов, изготовленных чертежей и 3D моделей.

VI. Моделирование сборочных чертежей в КОМПАС-3D

Тема 1. Проектирование спецификаций.

Теория. Общие принципы работы со спецификациями. Разработка спецификации к ассоциативному чертежу. Специальные возможности редактора спецификаций КОМПАС3D.

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. Выполнить сборку болтового соединения с резьбой М20 методом сверху-вниз.

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.

VII. Компас 3D анимация

Тема 1. Анимация сборки примитивного двигателя

Теория. Библиотека анимации. Имитация движения механизмов, устройств и приборов, смоделированных в системе КОМПАС-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.

VIII. 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 (Selective Laser Sintering, SLS). Метод многоструйного моделирования (Multi Jet Modeling, MJM)

Практика. Правка модели.

Тема 3. Настройка Blender 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. Non-manifold геометрия.

Практика. Правка модели

Тема 5. Проверки solid и bad contiguous edges. Самопересечение (Intersections).

Теория. Прямой импорт данных. Типы файлов, открываемые напрямую в SolidEdge. Импорт файлов из сторонних CAD-систем 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 проигрывателя 3D Компас.

Практика. Правка модели

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

Теория. Модификатор EdgeSplit, Острые ребра (FlatShading), загаданный угол (SplitAngle), острые (MarkSharp). Сглаженные ребра (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 из выполненных моделей в течении года.

IX. 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 из выполненных моделей в течении года.

2.3. Планируемые результаты

Реализация *дополнительной общеразвивающей программы «Основы 3D моделирование и прототипирования»* позволит сформировать у подростков адекватную современным условиям позицию и отношение к техническому творчеству, инженерным специальностям, прогрессу.

Воспитательные (личностные):

В процессе прохождения данного курса у учащихся воспитывается способность к сосредоточению, точности к исполнению алгоритма, внимание к деталям, внимательность, чувство ответственности за свою работу, аккуратность, уважительное отношение к своему и чужому труду, упорство в достижении желаемых результатов, понимание ценности доброжелательных и конструктивных отношений в коллективе.

Кроме того, будет развиваться познавательный интерес, память, коммуникативные навыки, умение взаимодействовать в группе, будет формироваться творческий подход к поставленной задаче.

В совокупности всех факторов будет воспитываться сознательное отношение к выбору будущей профессии.

Развивающие (метапредметные):

Программа позволяет достичь метапредметных результатов по формированию учебнопознавательной и информационной компетенций.

В ходе освоения программы и выполнения практической работы учащиеся применяют на практике знания, полученные в рамках школьной программы по геометрии, стереометрии, физике, математике.

Будет развиваться пространственное воображение и образное мышление, умение выражать конструкторские идеи в виде рисунка на бумаге и в виде 3D-модели, изобретательский подход, способность к инженерному мышлению, самостоятельному поиску и изучению необходимой информации, навыки сознательного и рационального использования конструкторских технологий в своей повседневной, учебной и внеучебной деятельности.

Подростки научатся принимать компьютер как инструмент, необходимый для решения различных творческих задач, что будет способствовать формированию информационной культуры как составляющей общей культуры современного человека.

Обучающие (предметные):

В результате работы будет освоен обучающимися опыт специфической деятельности по инженерному 3D-моделированию. Будут приобретены навыки и умения по созданию эскизов с указанием размерностей и других условных обозначений, по использованию различных операций, по конструированию и анимированию сборок. Учащиеся научатся создавать 3D-модели деталей и сборочные модели несложных технических устройств, работать со сборочными моделями, использовать продвинутые приемы моделирования на уровне детали (мультитела, поверхности, параметризация). Смогут самостоятельно придумать и смоделировать несложное техническое устройство, состоящее из нескольких взаимодействующих деталей. Будут понимать принципы работы и уметь использовать в своих конструкциях типовые узлы и механизмы, изготавливать их на 3D-принтере (подбирать материалы, настраивать слайсер, печатать) или лазерном станке, выполнять ручную доводку и сборку полученных изделий.

В итоге, будут развиты познавательный интерес и техническая эрудиция, сформирована предпрофессиональная предметная инженерно-конструкторская компетенция.

Текущий контроль осуществляется путем проверки результатов выполнения заданий по каждой из тем занятий.

В качестве промежуточного контроля предусматривается выполнение тестов по отдельным разделам образовательной программы, а также регулярное проведение открытых «блиц-турниров» (соревнований по моделированию на время, по заданиям-карточкам).

Итоговым контролем является защита проектов и участие в конкурсах. Оценка результатов освоения образовательной программы выполняется по совокупности работ, выполненных каждым обучающимся, включая результаты участия в различных мероприятиях, фестивалях, конкурсах с использованием технологий 3D-конструирования (в том числе в мероприятиях других объединений технической направленности, если в работах обучающегося существенно использованы технологии 3D-конструирования).

РАЗДЕЛ II. КОМПЛЕКС ОРГАНИЗАЦИОННО - ПЕДАГОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

2.1. Календарный учебный график

Дата начала и окончания учебного года: 15 сентября по 31 мая.

Количество учебных недель: 36 недель

Количество учебных дней: 72 дня

Продолжительность каникул: 1 января по 8 января

Сроки контрольных процедур: формы контроля основных компетенций учащихся представлены в таблице и занимают не более 15 минут основного времени занятия, проводятся в ходе занятия по темам и разделам программы в течение учебного года

Сроки организационных выездов:

- экскурсии – в течение учебного года;
- мастер-классы – по дополнительному графику;
- соревнования (согласно положениям);
- фестивали (согласно положениям)

2.2. Условия реализации программы

Для реализации воспитательно-образовательной деятельности в рамках реализации *дополнительной общеразвивающей программы «Основы 3D моделирование и прототипирования»* нужны **условия**, позволяющие педагогически целесообразно и качественно выполнить намеченные разделы темы программы.

Условие как философская категория выражает «отношение предмета к окружающим его явлениям, без которых он существовать не может» и представляет собой то многообразие объективного мира, в котором возникает, существует и развивается; то, или иное явление, или процесс на основе причинно-следственных связей [«Философский энциклопедический словарь», М.,1989, с.497].

В педагогике под *условиями* понимается не только среда и обстановка, в которой осуществляется воспитательно-образовательный процесс, но и то, как и при помощи каких форм, методов, приёмов и средств этот процесс функционирует [И.П. Подласый «Научно-педагогическая информация: словарь-справочник», М., 1995]. Эти условия могут содействовать образовательному и воспитательному процессам или тормозить их.

К условиям реализации воспитательно-образовательного процесса в рамках *дополнительной общеразвивающей программы «Основы 3D моделирование и прототипирование»*, кроме вышеперечисленного мы добавляем требования, правила, обстоятельства из которых следует исходить и которые необходимо учитывать при реализации программы

развития. А.К.Колеченко и Л.Г.Логинова отмечают, что педагогический процесс всегда оценивает необходимые ресурсы как материальные, временные так и человеческие, именно они необходимы для реализации и усвоения намеченного курса программы [«Развивающаяся личность и педагогические технологии», С-П., 1995]. Эти ресурсы так же можно назвать условиями.

На основе теоретических исследований, практического опыта и специфических особенностей *дополнительной общеразвивающей программы «Основы 3D моделирование и прототипирования»* мы выделяем важные, на наш взгляд, условия её реализации:

- **социально-психологические:** создание благоприятной атмосферы для самостоятельной творческой деятельности и личностного комфорта как учащегося, так и педагога; разработка системы мотивации и стимулирования творческой инициативы, поддержки талантливых и одарённых учащихся;
- **научно-методические и учебно-методические:** применение в деятельности научно-обоснованной литературы, сотрудничество с научными центрами города и области, наличие этапов ее разработки, коррекции, контроля программы; единство мотивационного, когнитивного, поведенческого и личностного компонентов;
- **организационно-управленческие:** разработка механизма оценки качества реализации дополнительной общеразвивающей программы; четкое распределение прав, обязанностей и ответственности субъектов образовательного процесса за целенаправленность и результативность этапов разработки и реализации программы;
- **нормативно-правовые:** разработка, реализация и модернизация программы только на основе нормативно-правовых документов в сфере дополнительного образования в России и регионе (*см. приложение «Нормативно-правовые документы в сфере дополнительного образования»*);
- **финансовые и материально-технические:** обеспеченность разработки и реализации программы необходимыми финансовыми средствами, оборудованием и материалами за счёт средств учреждения, добровольных родительских пожертвований и спонсорских средств (*см. приложение «Перечень материалов, инструментов и оборудования, используемый в рамках реализации программы»*).

2.3. Формы аттестации

Для отслеживания результатов освоения *дополнительной общеразвивающей программы «Основы 3D моделирование и прототипирования»* в каждом разделе предусмотрен диагностический инструментарий (*представлен в приложении*), который помогает педагогу

оценить уровень и качество освоения учебного материала. В качестве диагностического инструментария используются:

- мониторинговые карточки по индивидуальным и групповым достижениям;
- тестирование;
- контрольные срезы (зачёты);
- опросы, беседы, анкеты;
- игровые технологии (викторины, игры-задания, карточки, рисуночные тесты, тренинги задания и др.); конкурсы;
- конкурсное движение;
- дневники наблюдений (наблюдения за природой)
- дневники самоконтроля (фотоальбомы, портфолио, летописи).

Важным в осуществлении программы является *комплексное и систематическое отслеживание результатов*, которое позволяет определять степень эффективности обучения, проанализировать результаты, внести коррективы в учебный процесс, позволяет учащимся, родителям, педагогам увидеть результаты своего труда, создает благоприятный психологический климат в коллективе.

Творческие технические выставки (мини-выставки, выставки с презентациями, презентации работ и т.п.) – также являются формами итогового контроля по большим разделам и темам программы. Они осуществляются с целью определения уровня мастерства, культуры, техники использования творческих продуктов, а также с целью выявления и развития творческих способностей учащихся. По итогам выставки лучшим участникам может выдаваться творческий приз (диплом, свидетельство, грамота, сертификат, благодарственное письмо и т.п.).

Критерием оценки программы может также считаться годовой мониторинг участия в соревнованиях, конкурсах, фестивалях, выставках различного уровня (Международном, Федеральном, областном, региональном, муниципальном, учреждения, внутри творческого объединения).

2.4. Оценочные материалы

Пакет диагностических методик представлен на образовательном портале «Техническое творчество учащихся» ФЦТТУ ВБОУ ВПО МГТУ «Станкин». Перечень имеющихся оценочных материалов представленных на сайте, позволяет определить достижения учащимися планируемых результатов по программе:

1. Тест на механическую понятливость. Тест Беннета. [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://nazva.net/logic_test5/
2. Методическая поддержка программ технической направленности в системе ДОД [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://olymp3d.ru/>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Литература для педагога:

1. Autodesk Inventor 2016. Что нового? Режим доступа: блог: «САПР для инженера» [Электронный ресурс] / - <http://mikhailovandrey-s.blogspot.ru> (дата обращения 19.03.2016).
2. Autodesk Inventor/ Википедия [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Autodesk_Inventor (дата обращения 5.03.2016).
3. Ваше окно в мир САПР - Что нового в Autodesk Inventor 2016? [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=17776 (дата обращения 22.03.2016).
4. ГОСТ Р 50753-95. Пружины винтовые цилиндрические сжатия и растяжения из специальных сталей и сплавов. Общие технические условия. [Текст] / Введен 30.06.1995. Последнее изменение: 18.07.2016. – М.: Издательство стандартов. 1995. – 136 с.
5. Единая система конструкторской документации (ЕСКД) ГОСТ 2.109-73. Основные требования к чертежам. [Текст] / Издательство стандартов. – Введен 01.07.1974. Дата последнего изменения: 22.05.2013. – М.:Стандартинформ.2007. 29 с.
6. Зиновьев Д. В. Основы проектирования в Autodesk Inventor 2016. [Текст] / Д. В. Зиновьев. – 2-е изд. г. Днепропетровск: Студия Vertex, 2016. – -259 с.
7. Левицкий В. С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: учебник для бакалавров. [Текст] / В. С. Левицкий. – 9-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 335 с.
8. Ливотов В. С. Технологические расчеты упругих элементов. [Текст] / В. С. Ливотов, А. С. Просвиоров, А. В. Напалков. Часть 1. Поверочные расчеты пружин и пружинных колец. – М.: Пресса, 2016 – 455 с.
9. Полубинская Л. Г. Выполнение чертежей деталей в курсе инженерной графики: учебное пособие. [Текст] / Л. Г. Полубинская, Л. С. Сенченкова, В. И. Федоренко, Т. Р. Хуснетдинов. – М.:Изд-во МГТУим.Н.Э. Баумана. 2014. – 853 с.
- 10.Полубинская Л. Г. Создание модели и чертежа пружины в системе Autodesk Inventor 2015[Текст] / Л. Г. Полубинская, Т. Р. Хуснетдинов.

// Инженерный вестник. – МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электронный научно-технический журнал, 2015. – №7.– 234 с.

- 11.Руководящий технический материал [Текст] / Под общей ред. Л. В. Литера. – Волгоград: ВолгГАСУ. 2002. – 316 с.
- 12.Тремблей Т. Autodesk Inventor 2013 и Inventor LT 2013. Официальный учебный курс. [Текст] / Т. Тремблей / Пер. с англ. Л. Талхина. М.: ДМК. – Пресс. 2013. – 344 с.
- 13.Трембли Т. Autodesk Inventor 2012 и Inventor LT 2012. [Текст] / – М: ДМК Пресс, 2012. – 352 с.
- 14.Федоренков А.П., Полубинская Л.Г. Autodesk Inventor. Шаг за шагом. [Текст] / – М.: Эксмо, 2008. – 336 с.: ил.

Литература для обучающихся:

1. Авторские методические разработки заданий / А. М. Рытов – [Электронный ресурс] / Режим доступа: / <http://olymp3d.ru/>