Модуль «3D-моделирование, прототипирование и макетирование» рабочей программы учебного предмета «Технология»

Модуль «3D-моделирование, прототипирование и макетирование» рабочей программы учебного предмета «Технология» составлен на основе учебно-методического комплекта
«Технология. 3D-моделирование и прототипирование» Копосов Д.Г.

Рабочая программа реализуется в 5-9 классе

Составитель: учитель технологии Чередник Павел Андреевич

Место работы: МОУ СОШ «Траектория успеха»

Адрес образовательной организации: г.о. Воскресенск, с. Ашитково,

ул. Школьная д.1

 Модуль разработан с учетом следующих нормативных документов:

Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».

 Федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 декабря 2010 г. № 1897 (ФГОС ООО).

 Концепции преподавания предметной области «Технология» в образовательных организациях Российской Федерации, реализующих основные общеобразовательные программы, утвержденной протоколом заседания коллегии Министерства просвещения Российской Федерации от 24 декабря 2018 г. № ПК-1вн.

 Примерной основной образовательной программой основного общего образования, одобренной решением федерального учебно-методического объединения по общему образованию 8 апреля 2015 г. № 1/15 (с изменениями от 04.02.2020 № 1/20).

Модуль «3D-моделирование, прототипирование и макетирование» включает в себя содержание, посвящённое изучению основ трёхмерного моделирования, макетирования и прототипирования, освоению навыков создания, анимации и визуализации 3D-моделей с использованием программного обеспечения графических редакторов, навыков изготовления и модернизации прототипов и макетов с использованием технологического оборудования.

Базовым программным обеспечением (далее – ПО) для модуля являются распространяемые на условиях свободного программного обеспечения (СПО) кросс платформенные Windows, Linux САПР FreeCAD или OpenSCAD. При этом программа модуля останется актуальной и при использовании коммерческого ПО 3D-моделирования Autodesk Fusion 360, SolidWorks, КОМПАС 3D.

**Распределение учебных часов.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Название модуля** | **Количество часов, планируемых на изучение модуля по годам обучения** | **Всего часов**  |
| **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |  |
| **3D-моделирование, прототипирование и макетирование** | 12 | 14 | 12 | 9 | 5 | **52** |

**Планируемые предметные результаты освоения** **модуля «3D-моделирование, прототипирование и макетирование» за уровень обучения**

**Современные технологии и перспективы их развития**

**Выпускник научится:**

* называть и характеризовать актуальные и перспективные технологии материальной и нематериальной сферы, где востребованы технологии 3D-моделирования, прототипирования и макетирования;

**Выпускник получит возможность научиться:**

* осуществлять анализ и давать аргументированный прогноз развития технологий в сферах, рассматриваемых в рамках предметной области;

**Формирование технологической культуры
и проектно-технологического мышления обучающихся.**

**Выпускник научится:**

* выявлять и формулировать проблему, требующую технологического решения;
* определять цели проектирования субъективно нового продукта или технологического решения;
* готовить предложения технических или технологических решений с использованием методов и инструментов развития креативного мышления, в том числе с использованием инструментов, таких как дизайн-мышление, ТРИЗ и др.;
* планировать этапы выполнения работ и ресурсы для достижения целей проектирования;
* применять базовые принципы управления проектами;
* следовать технологическому процессу, в том числе в процессе изготовления субъективно нового продукта;
* оценивать условия применимости технологии, в том числе с позиций экологической защищенности;
* прогнозировать по известной технологии итоговые характеристики продукта в зависимости от изменения параметров и/или ресурсов, проверять прогнозы опытно-экспериментальным путем, в том числе самостоятельно планируя такого рода эксперименты;
* в зависимости от ситуации оптимизировать базовые технологии, проводить анализ возможности использования альтернативных ресурсов, соединять в единый технологический процесс несколько технологий без их видоизменения для получения сложносоставного материального или информационного продукта;
* проводить оценку и испытание полученного продукта;
* проводить анализ потребностей в тех или иных материальных или информационных продуктах;
* описывать технологическое решение с помощью текста, схемы, рисунка, графического изображения и их сочетаний;
* анализировать возможные технологические решения, определять их достоинства и недостатки в контексте заданной ситуации;
* применять базовые принципы бережливого производства, включая принципы организации рабочего места с учетом требований эргономики и научной организации труда;
* проводить и анализировать разработку и/или реализацию продуктовых проектов, предполагающих:
	+ определение характеристик и разработку материального продукта, включая планирование, моделирование и разработку документации в информационной среде, в соответствии с задачей собственной деятельности или на основе самостоятельно проведенных исследований потребительских интересов,
	+ изготовление материального продукта на основе технологической документации с применением элементарных (не требующих регулирования) и сложных (требующих регулирования/настройки) рабочих инструментов/технологического оборудования,
	+ модификацию материального продукта по технической документации и изменения параметров технологического процесса для получения заданных свойств материального продукта,
	+ встраивание созданного информационного продукта в заданную оболочку,
	+ изготовление информационного продукта по заданному алгоритму в заданной оболочке;
* проводить и анализировать разработку и/или реализацию технологических проектов, предполагающих:
	+ модификацию (комбинирование, изменение параметров и требований к ресурсам) заданного способа (технологии) получения требующегося материального продукта (после его применения в собственной практике),
	+ разработку инструкций и иной технологической документации для исполнителей,
	+ разработку способа или процесса получения материального и информационного продукта с заданными свойствами;
* проводить анализ конструкции и конструирование механизмов, простейших роботов с помощью материального или виртуального конструктора;
* выполнять чертежи и эскизы, а также работать в системах автоматизированного проектирования;
* выполнять базовые операции редактора компьютерного трехмерного проектирования (на выбор образовательной организации).

**Построение образовательных траекторий и планов
в области профессионального самоопределения**

**Выпускник научится:**

* характеризовать группы профессий, относящихся к актуальному технологическому укладу;
* характеризовать ситуацию на региональном рынке труда, называть тенденции ее развития;
* разъяснять социальное значение групп профессий, востребованных на региональном рынке труда;
* анализировать и обосновывать свои мотивы и причины принятия тех или иных решений, связанных с выбором и реализацией образовательной траектории;
* анализировать свои возможности и предпочтения, связанные с освоением определенного уровня образовательных программ и реализацией тех или иных видов деятельности.

**По годам обучения результаты освоения модуля.**

**5 класс**

По завершении учебного года обучающийся:

***Культура труда (знания в рамках предметной области и бытовые навыки):***

* + соблюдает правила безопасности и охраны труда при работе с учебным и лабораторным оборудованием;
	+ разъясняет содержание понятий «изображение», «эскиз», «материал», «инструмент», «механизм», «конструкция» и адекватно использует эти понятия;
	+ организует и поддерживает порядок на рабочем месте;
	+ осуществляет сохранение информации о результатах деятельности в формах описания, схемы, эскиза, графического изображения;
	+ использует при выполнении учебных задач научно-популярную литературу, справочные материалы и ресурсы интернета;

***Предметные результаты:***

* + читает элементарные эскизы, схемы;
	+ выполняет элементарные эскизы, схемы, в том числе с использованием программного обеспечения графических редакторов;
	+ характеризует основные технологические операции, виды/способы/приемы обработки конструкционных материалов;
	+ осуществляет сборку моделей;
	+ конструирует модель по заданному прототипу;
	+ имеет опыт проведения испытания, анализа продукта;
	+ получил и проанализировал опыт модификации материального или информационного продукта;

***Проектные компетенции (включая компетенции проектного управления):***

* + получил и проанализировал опыт изготовления материального продукта на основе технологической документации.

**6 класс**

По завершении учебного года обучающийся:

***Культура труда (знания в рамках предметной области и бытовые навыки):***

* + соблюдает правила безопасности и охраны труда при работе с учебным и лабораторным оборудованием;
	+ разъясняет содержание понятий «чертеж», «форма», «макет», «прототип», «3D-модель», «программа» и адекватно использует эти понятия;
	+ может охарактеризовать два-три метода поиска и верификации информации в соответствии с задачами собственной деятельности;

***Предметные результаты:***

* + читает элементарные чертежи;
	+ анализирует формообразование промышленных изделий;
	+ выполняет базовые операции редактора компьютерного трехмерного проектирования;
	+ характеризует основные методы/способы/приемы изготовления объемных деталей из различных материалов, в том числе с применением технологического оборудования;
	+ получил и проанализировал собственный опыт применения различных методов изготовления объемных деталей (послойный синтез);
	+ получил и проанализировал опыт изготовления макета или прототипа;
	+ получил и проанализировал опыт модификации механизмов для получения заданных свойств (решение задачи);
	+ применяет простые механизмы для решения поставленных задач по модернизации/проектированию процесса изготовления материального продукта;
	+ может охарактеризовать технологии разработки информационных продуктов (приложений/компьютерных программ), в том числе технологии виртуальной и дополненной реальности;
	+ характеризует свойства конструкционных материалов;
	+ характеризует основные технологические операции, виды/способы/приемы обработки конструкционных материалов;
	+ характеризует оборудование, приспособления и инструменты для ручной обработки конструкционных материалов;
	+ применяет безопасные приемы обработки конструкционных материалов с использованием ручного и электрифицированного инструмента;
	+ имеет опыт подготовки деталей под окраску.

***Проектные компетенции (компетенции проектного управления и гибкие компетенции):***

* + может назвать инструменты выявления потребностей и исследования пользовательского опыта;
	+ может охарактеризовать методы генерации идей по модернизации/проектированию материальных продуктов или технологических систем;
	+ умеет разделять технологический процесс на последовательность действий;
	+ получил опыт выделения задач из поставленной цели по разработке продукта;
	+ получил и проанализировал опыт разработки, моделирования и изготовления оригинальных конструкций (материального продукта) по готовому заданию, включая поиск вариантов (альтернативные решения), отбор решений, проектирование и конструирование с учетом заданных свойств.

**7 класс**

По завершении учебного года обучающийся:

***Культура труда (знания в рамках предметной области и бытовые навыки):***

* + соблюдает правила безопасности и охраны труда при работе с учебным и лабораторным оборудованием;
	+ разъясняет содержание понятий «станок», «оборудование», «машина», «сборка», «модель», «моделирование», «слой» и адекватно использует эти понятия;
	+ следует технологии, в том числе в процессе изготовления субъективно нового продукта;
	+ получил и проанализировал опыт оптимизации заданного способа (технологии) получения материального продукта на собственной практике;

***Предметные результаты:***

* + выполняет элементарные технологические расчеты;
	+ называет и характеризует актуальные и перспективные информационные технологии;
	+ получил и проанализировал опыт проведения виртуального эксперимента по избранной обучающимся тематике;
	+ создает 3D-модели, применяя различные технологии, используя неавтоматизированные и/или автоматизированные инструменты;
	+ анализирует данные и использует различные технологии их обработки посредством информационных систем;
	+ использует различные информационно-технические средства для визуализации и представления данных в соответствии с задачами собственной деятельности;
	+ выполняет последовательность технологических операций по подготовке цифровых данных для учебных станков;
	+ характеризует свойства конструкционных материалов искусственного происхождения;
	+ применяет безопасные приемы выполнения основных операций слесарно-сборочных работ;
	+ характеризует основные виды механической обработки конструкционных материалов;
	+ характеризует основные виды технологического оборудования для выполнения механической обработки конструкционных материалов;
	+ имеет опыт изготовления изделия средствами учебного станка, в том числе с симуляцией процесса изготовления в виртуальной среде;

***Проектные компетенции (компетенции проектного управления и гибкие компетенции):***

* + использует методы генерации идей по модернизации/проектированию материальных продуктов или технологических систем, направленных на достижение поставленных целей;
	+ самостоятельно решает поставленную задачу, анализируя и подбирая материалы и средства для ее решения;
	+ использует инструмент выявления потребностей и исследования пользовательского опыта;
	+ получил и проанализировал опыт определения характеристик и разработки материального или информационного продукта, включая планирование, разработку концепции, моделирование, конструирование и разработку документации в информационной среде, на основе самостоятельно проведенных исследований потребительских интересов.

**8 класс**

По завершении учебного года обучающийся:

***Культура труда (знания в рамках предметной области и бытовые навыки):***

* + организует рабочее место в соответствии с требованиями безопасности и правилами эксплуатации используемого оборудования и/или технологии, соблюдает правила безопасности и охраны труда при работе с оборудованием и/или технологией;
	+ называет предприятия региона проживания, работающие на основе современных производственных технологий;
	+ называет характеристики современного рынка труда, описывает цикл жизни профессии, характеризует новые и умирающие профессии, в том числе на предприятиях региона проживания.

***Предметные результаты:***

* + описывает жизненный цикл технологии, приводя примеры;
	+ объясняет простейший технологический процесс по технологической карте, в том числе характеризуя негативные эффекты;
	+ получил и проанализировал опыт разработки (комбинирование, изменение параметров и требований к ресурсам и т. п.) технологии получения материального/информационного продукта с заданными свойствами;
	+ получил и проанализировал опыт оптимизации заданного способа (технологии) получения материального продукта на собственной практике;
	+ описывает технологическое решение с помощью текста, эскизов, схем, чертежей;
	+ составляет техническое задание, памятку, инструкцию, технологическую карту;
	+ создает модель, адекватную практической задаче;
	+ проводит оценку и испытание полученного продукта;
	+ производит настройку, наладку и контрольное тестирование технического устройства, созданного в рамках учебной деятельности;
	+ получил и проанализировал опыт моделирования и/или конструирования движущейся модели;
	+ характеризует произвольно заданный материал в соответствии с задачей деятельности, называя его свойства (внешний вид, механические, электрические, термические, возможность обработки), экономические характеристики, экологичность (с использованием произвольно избранных источников информации);
	+ характеризует применимость материала под имеющуюся задачу, опираясь на его свойства (внешний вид, механические, электрические, термические, возможность обработки), экономические характеристики, экологичность;
	+ отбирает материал в соответствии с техническим решением или по заданным критериям;
	+ называет и характеризует актуальные и перспективные технологии получения материалов с заданными свойствами;
	+ называет и характеризует актуальные и перспективные технологии для прогрессивного развития общества (в том числе в следующих отраслях: робототехника, микроэлектроника, интернет вещей, беспилотные летательные аппараты, технологии геоинформатики, виртуальная и дополненная реальность и др);

***Проектные компетенции (компетенции проектного управления и гибкие компетенции):***

* + имеет опыт подготовки презентации полученного продукта различным типам потребителей.

**9 класс**

 По завершении учебного года обучающийся:

***Культура труда (знания в рамках предметной области и бытовые навыки):***

* + организует рабочее место в соответствии с требованиями безопасности и правилами эксплуатации используемого оборудования и/или технологии, соблюдает правила безопасности и охраны труда при работе с оборудованием и/или технологией;
	+ получил и проанализировал опыт наблюдения (изучения) и/или ознакомления с современными производствами в различных технологических сферах и деятельностью занятых в них работников;
	+ получил опыт поиска, структурирования и проверки достоверности информации о перспективах развития современных производств в регионе проживания;
	+ анализирует свои возможности и предпочтения, связанные с освоением определенного уровня образовательных программ и реализацией тех или иных видов деятельности, и планирует дальнейшую образовательную траекторию;
	+ имеет опыт публичных выступлений (как индивидуальных, так и в составе группы) с целью демонстрации и защиты результатов проектной деятельности.

***Предметные результаты:***

* + анализирует возможные технологические решения, определяет их достоинства и недостатки в контексте заданной ситуации;
	+ оценивает условия использования технологии, в том числе с позиций экологической защищенности;
	+ в зависимости от ситуации оптимизирует базовые технологии (затратность — качество), проводит анализ альтернативных ресурсов, соединяет в единый план несколько технологий без их видоизменения для получения сложносоставного материального или информационного продукта.

***Проектные компетенции (компетенции проектного управления и гибкие компетенции):***

* + выявляет и формулирует проблему, требующую технологического решения;
	+ получил и проанализировал опыт разработки и/или реализации командного проекта по жизненному циклу на основании самостоятельно выявленной проблемы;
	+ имеет опыт использования цифровых инструментов коммуникации и совместной работы (в том числе почтовых сервисов, электронных календарей, облачных сервисов, средств совместного редактирования файлов различных типов);
	+ имеет опыт использования инструментов проектного управления;
	+ планирует продвижение продукта.

**Метопредметные и личностные результаты освоения модуля.**

**Личностные результаты**:

* формирование у учащегося желания вести познавательную и исследовательскую деятельность;
* вовлечение учеников в научно-техническую сферу науки;
* формирование логического и критического мышления;
* готовность и способность к самостоятельной, творческой и ответственной деятельности;
* навыки сотрудничества со сверстниками, детьми младшего возраста, взрослыми в образовательной, общественно полезной, учебно-исследовательской, проектной и других видах деятельности;
* готовность и способность к образованию, в том числе самообразованию, на протяжении всей жизни;
* сознательное отношение к непрерывному образованию как условию успешной профессиональной и общественной деятельности;
* эстетическое отношение к миру, включая эстетику научного и технического творчества;
* осознанный выбор будущей профессии и возможностей реализации собственных жизненных планов; отношение к профессиональной деятельности как возможности участия в решении личных, общественных, государственных, общенациональных проблем;

**Метапредметными результатами** освоения программы по направлению «Моделирование и прототипирование» являются:

* умение строить модели и анализировать их;
* объектное восприятие окружающего мира и развитие пространственного мышления;
* умение выделять из проблем задачи;
* умение строить исследовательскую работу, нацеленную на конечный практический результат;
* умение формализовать получаемый опыт и встраивать его в существующую картину мира;
* познания в способах производства изделия и выделение основных производственных процессов.

**Содержание учебного модуля ¨3D-моделирование, прототипирование и макетирование¨(54 часа)**

**5 класс (12 часов)**

*Теоретические сведения.* Цифровизации и виртуализация жизнедеятельности.

Цифровые технологии в подготовке и планировании производства. Назначение технологий 3D-моделирования, прототипирования и макетирования. Понятие модели. Моделирование. Функции моделей. Использование моделей в процессе проектирования технологической системы. Интерфейс. Основные компонентыпрограммы. Виды документов. Общие приемы работы. Верстаки. Командные панели. Панели инструментов. Дерево проекта. Редактор свойств. Панель примитивов. Булевы операции с примитивами. Аддитивные технологии. ЗD-принтер. Работа с ПО слайсинга. Основные настройки принтера. Контроль установок стола. Слайсинг 3D модели и G-код. Основные материалы. Методы и принципы обработки изделий полученных с помощью аддитивных технологий.

*Лабораторно-практические и практические работы.* Решение кейсов по дальнейшему развитию цифровизации и необходимым навыкам для жизни в данных условиях. Решение кейсов выбора и развития необходимых технологий. Построение трехмерной модели с использованием панели примитивов. Выбор технологии изготовления с учетом основных технологических и декоративных свойств, минимизации отходов. Печать первой 3D-модели с использованием ранее созданного в САПР 3D-объекта. Печать 3D-модели. Постобработка полученного изделия. Рефлексия. Подведение итогов и презентация работ.

**6 класс (14 часов)**

*Теоретические сведения.* Изометрическое представление и объемное эскизирование в 3D-моделировании. Приборы и инструменты для измерения тел. Система координат в пространстве. Размерности тел. Привязки и ограничения в САПР. Методы построения твёрдотельных моделей. Формообразующие операции. Операции «вытягивание», «вращение», «вырез».

*Лабораторно-практические и практические работы.* Эскизирование по образцу. Снятие и нанесение размеров на эскиз. Исследование основных методов построения 3D модели простой детали: симметричное отображение, вытягивание, выдавливание, вращение, вырез. Симметрия, ось симметрии. Построение 3D-объекта по образцу. Построение трехмерной модели с использованием инструментов различных верстаков. Проработка идеи проекта и разработка 3D -модели изделия. Печать и постобработка изделия. Подведение итогов и презентация работ.

**7 класс (12 часов)**

*Теоретические сведения.* 3D принтер. Техника безопасности. Основные элементы конструкции. Правила обращения и обслуживания. Основные материалы. Зависимость области применения аддитивных материалов от их свойств. Профессии, связанные с созданием изделий из материалов искусственного происхождения. Понятие о многодетальном изделии и принципах его 3D -моделирования. Верстак «Assembly». Меню операций сборки.

*Лабораторно-практические и практические работы.* Соблюдение правил безопасности труда при работе ручными инструментами и на технологических машинах. Выбор технологии изготовления с учетом основных технологических и декоративных свойств, минимизации отходов. Анализ образца или изображения многодетального изделия: определение назначения, количества и формы деталей изделия, определение их взаимного расположения, способов и видов соединения деталей изделия. Сборка 3D-модели на основе библиотечных элементов. Работа над проектом: Выбор замысла и разработка 3D-моделей деталей изделия. Выполнение сборки 3D-модели, подключение необходимых библиотек элементов. Печать и постобработка изделия. Визуальный и инструментальный контроль качества деталей. Выявление дефектов и их устранение. Рефлексия. Подведение итогов и презентация работ.

**8 класс (9 часов)**

*Теоретические сведения.* Обзор предприятий региона проживания, применяющих технологии 3D -моделирования, макетирования и прототипирования. Параметризация. Параметрическое моделирование. Параметрическая модель. Особенности структурного программирования. Параметризация, установление взаимосвязей сборки многодетальной 3D -модели. Анимирование и визуализация механизмов.

*Лабораторно-практические и практические работы.* Создание модели «Вложенные кольца». Создание модели «Снежинка». Создание анимации 3D -модели динамической системы. Работа над проектом: Выбор замысла и разработка 3D -моделей деталей изделия. Выполнение сборки 3D -модели, подключение необходимых библиотек элементов. Параметрирование взаимосвязей, выполнение динамической визуализации. Рефлексия. Подведение итогов и презентация работ.

**9 класс (6 часов)**

*Теоретические сведения.* 3D САПР. Обобщение и повторение. FEM-анализ нагрузки и прочности конструкций методом конечных элементов. Средства создания компьютерной графики, технологии виртуальной и дополненной реальности. Развитие 3d-технологий. Профессии, связанные с 3D -моделированием, макетированием и прототипированием.

*Лабораторно-практические и практические работы.* Проведение анализа прочностных характеристик конструкций, модернизация конструкций. Подготовка доклада по перспективным технологиям виртуальной и дополненной реальности. Построение траекторий профессионального самоопределения, характеристика мира профессий, связанных с изучаемыми технологиями, их востребованность на рынке труда.

**Календарно-тематическое планирование по годам обучения.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№****урока**  | **Тема урока** | **Примечания** |
| **5** **класс** |
| 1-2 | Цифровизации и виртуализация жизнедеятельности.Цифровые технологии в подготовке и планировании производства.Практика: Решение кейсов по дальнейшему развитию цифровизации и необходимым навыкам для жизни в данных условиях. |  |
| 3-4 | Назначение технологий 3D-моделирования, прототипирования и макетирования.Практика: Решение кейсов выбора и развития необходимых технологий. |  |
| *Введение в 3D моделирование*  |
| 5 | Понятие модели. Моделирование. Функции моделей. Использование моделей в процессе проектирования технологической системы. |  |
| *3D моделирование простых тел в САПР* |
| 6 | Интерфейс. Основные компонентыпрограммы. Виды документов. |  |
| 7 | Общие приемы работы. Верстаки. Командные панели. Панели инструментов. |  |
| 8 | Дерево проекта. Редактор свойств. Панель примитивов. Булевы операции с примитивами.Практика: Построение трехмерной модели с использованием панели примитивов. |  |
| *Технологии быстрого прототипирования* |
| 9 | Аддитивные технологии. ЗD-принтер. Основные материалы.Практика: Выбор технологии изготовления с учетом основных технологических и декоративных свойств, минимизации отходов. |  |
| 10 | Работа с ПО слайсинга. Основные настройки принтера. Контроль установок стола. Слайсинг 3D модели и G-код.Практика: Печать первой 3D-модели с использованием ранее созданного в САПР 3D-объекта. |  |
| 11 | Методы и принципы обработки изделий полученных с помощью аддитивных технологий.Практика: Печать 3D-модели. Постобработка полученного изделия. |  |
| 12 | Рефлексия. Подведение итогов и презентация работ.  |  |
| **6 класс** |
| 1-2 | Изометрическое представление и объемное эскизирование в 3D-моделировании.Практика: Эскизирование по образцу. |  |
| 3-4 | Приборы и инструменты для измерения тел. Система координат в пространстве. Размерности тел. Практика: Снятие и нанесение размеров на эскиз.  |  |
| 5 | Практика: Исследование основных методов построения 3D модели простой детали: симметричное отображение, вытягивание, выдавливание, вращение, вырез. Симметрия, ось симметрии. |  |
| 6 | 3D САПР. Общие приемы работы. (Повторение) |  |
| 7-8 | Привязки и ограничения в САПР. Практика: Задание композиций привязок и ограничений. |  |
| 9-10 | Методы построения твёрдотельных моделей. Формообразующие операции. Операции «вытягивание», «вращение», «вырез».Практика: Построение 3D-объекта по образцу, с применением различных методов построения. |  |
| *Проектная работа: Разработка изделий декоративно-прикладного назначения с использованием аддитивных технологий.* |
| 11 | Работа над проектом: Проработка идеи и разработка 3d -модели изделия. |  |
| 12-13 | Работа над проектом: Печать и постобработка изделия. |  |
| 14 | Рефлексия. Подведение итогов и презентация работ.  |  |
| **7 класс** |
| 1-2 | 3D принтер. Техника безопасности. (Повторение)Основные элементы конструкции. Правила обращения и обслуживания. Основные материалы.Практика: Соблюдение правил безопасности труда при работе ручными инструментами и на технологических машинах. |  |
| 3-4 | Зависимость области применения аддитивных материалов от их свойств. Правила сушки и хранения аддитивных материалов. Профессии, связанные с созданием изделий из материалов искусственного происхождения.Практика: Выбор технологии изготовления с учетом основных технологических и декоративных свойств, минимизации отходов. |  |
| 5-6 | Понятие о многодетальном изделии и принципах его 3D -моделирования. Виды и способы соединений деталей в изделиях. Различные способы соединения деталей, их элементы и конструктивные особенности.Практика: Анализ образца или изображения многодетального изделия: определение назначения, количества и формы деталей изделия, определение их взаимного расположения, способов и видов соединения деталей изделия. |  |
| 7 | САПР. Верстак «Assembly». Меню операций сборки.Практика: Сборка 3D-модели на основе библиотечных элементов. |  |
| *Проектная работа: Разработка многодетального изделия прикладного назначения с использованием аддитивных технологий.* |
| 8 | Работа над проектом: Выбор замысла и разработка 3d-моделей деталей изделия. |  |
| 9 | Работа над проектом: Выполнение сборки 3D модели, подключение необходимых библиотек элементов. |  |
| 10-11 | Работа над проектом: Печать и постобработка изделия. Визуальный и инструментальный контроль качества деталей. Выявление дефектов и их устранение. |  |
| 12 | Рефлексия. Подведение итогов и презентация работ.  |  |
| **8 класс** |
| 1 | Обзор предприятий региона проживания, применяющих технологии 3D-моделирования, макетирования и прототипирования.3D САПР. Общие приемы работы. (Повторение) |  |
| 2 | Параметризация. Параметрическое моделирование. Параметрическая модель. Особенности структурного программирования.Практика: Создание модели «Вложенные кольца» |  |
| 3 | Массивы элементов. Применение параметризации для создание моделей с повторяющимися элементами.Практика: Создание модели «Снежинка» |  |
| 4-5 | Параметризация, установление взаимосвязей сборки многодетальной 3D-модели. Анимирование и визуализация механизмов.Практика: Создание анимации 3D-модели динамической системы. |  |
| *Проектная работа: Разработка изделия на основе вариаций машины Гилберта.* |
| 6 | Работа над проектом: Выбор замысла и разработка 3D-моделей деталей изделия. |  |
| 7 | Работа над проектом: Выполнение сборки 3D модели, подключение необходимых библиотек элементов. |  |
| 8 | Работа над проектом: Параметрирование взаимосвязей, выполнение динамической визуализации. |  |
| 9 | Рефлексия. Подведение итогов и презентация работ. |  |
| **9 класс** |
| 1-2 | 3D САПР. Обобщение и повторение. FEM -анализ нагрузки и прочности конструкций методом конечных элементов.Практика: Проведение анализа прочностных характеристик конструкций, модернизация конструкций.  |  |
| 3-4 | Средства создания компьютерной графики, технологии виртуальной и дополненной реальности.Практика: Подготовка доклада по перспективным технологий виртуальной и дополненной реальности. |  |
| 5-6 | Развитие 3D-технологий. Профессии, связанные с 3D-моделированием, макетированием и прототипированием.Практика: Построение траекторий профессионального самоопределения, характеристика мира профессий, связанных с изучаемыми технологиями, их востребованность на рынке труда. |  |
|  |

**Обеспечение программы**

***Организационное***

Необходимо разделить класс на две группы, в каждой из которых должно быть до 15 чел.

***Учебно-методическое***

* конспекты занятий по предмету;
* инструкции и презентации к занятиям;
* проектные задания, проекты и рекомендации к выполнению проектов,
* диагностические работы с образцами выполнения и оцениванием;
* раздаточные материалы (к каждому занятию);
* положения о конкурсах и соревнованиях.

***Материально-техническое***

1. Компьютерный класс не менее чем на 15 рабочих мест
2. Локальная сеть
3. Выход в интернет с каждого рабочего места
4. Сканер, принтер
5. Акустическая система
6. Интерактивная доска или экран
7. Программное обеспечение на каждом рабочем месте:
* офисные программы;
* графические редакторы - векторной и растровой графики;
* САПР FreeCAD /OpenSCAD или коммерческие CAD.

*Рабочее место обучаемого включает:*

* Компьютер

*Рабочее место педагога:*

* Компьютер
* 3D принтер 1 или 2

• Сканер