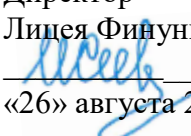


Федеральное государственное образовательное бюджетное
учреждение высшего образования
«Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»

УТВЕРЖДАЮ

Директор

Лицея Финуниверситета

 И.В. Сивцова

«26» августа 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА КУРСА ПО ВЫБОРУ

«3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Среднее общее образование

Москва – 2026

Рабочая программа согласована
на заседании педагогического совета
Протокол № 1 от «26» августа 2026 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа по 3D-моделированию на уровне среднего общего образования разработана на основе требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования, представленных в ФГОС СОО, а также федеральной рабочей программы воспитания.

Программа по 3D-моделированию дает представление о целях, общей стратегии обучения, воспитания и развития обучающихся средствами учебного предмета «3D-моделирование», устанавливает обязательное предметное содержание, предусматривает его структурирование по разделам и темам курса, определяет распределение содержания по годам изучения, дает примерное распределение учебных часов по тематическим разделам курса и рекомендуемую последовательность их изучения с учетом межпредметных и внутрипредметных связей, логики учебного процесса, возрастных особенностей обучающихся.

Программа по 3D-моделированию определяет количественные и качественные характеристики учебного материала для каждого года изучения, в том числе для содержательного наполнения различных видов контроля, промежуточной аттестации обучающихся, итоговых практических работ и проектной деятельности. Программа по 3D-моделированию является основой для составления авторских учебных программ, учебно-тематического планирования и поурочного планирования курса учителем.

3D-моделирование в среднем общем образовании отражает:

сущность инженерного проектирования как практико-ориентированной деятельности, направленной на создание, анализ и подготовку к изготовлению технических объектов;

основные области применения 3D-моделирования, прежде всего инженерную графику, промышленный дизайн, робототехнику, прототипирование, аддитивные технологии и цифровое производство;

междисциплинарный характер 3D-моделирования, объединяющего элементы технологии, информатики, математики, инженерной графики, физики и проектной деятельности.

Курс 3D-моделирования для уровня среднего общего образования является важным этапом подготовки обучающихся в области инженерного проектирования и цифровых производственных технологий. Он опирается на знания, полученные обучающимися при изучении математики, информатики, технологии и естественно-научных дисциплин, а также на опыт практической работы с цифровыми инструментами. Курс обеспечивает теоретическое осмысление, практическое применение и обобщение этого опыта через создание цифровых моделей, чертежей, сборок и элементов технических устройств.

Результаты изучения учебного предмета «3D-моделирование» ориентированы на получение компетентностей для последующей учебной, проектной и профессиональной деятельности как в рамках инженерно-технологической предметной области, так и в смежных с ней областях. Они включают в себя:

овладение ключевыми понятиями и закономерностями, на которых строится инженерное и цифровое моделирование, распознавание соответствующих им

признаков и взаимосвязей, способность демонстрировать различные подходы к созданию и анализу технических объектов;

умение решать типовые практические задачи, характерные для использования инструментов 3D-моделирования, инженерной графики и подготовки моделей к изготовлению;

наличие представлений о 3D-моделировании как о целостной системе инженерной деятельности, связанной с разработкой конструкции, созданием цифровой модели, оформлением чертежной документации, подготовкой к производству и проверкой результата.

В рамках изучения 3D-моделирования обеспечивается целенаправленная подготовка обучающихся к продолжению образования в организациях профессионального образования по специальностям и направлениям, связанным с инженерным проектированием, цифровым производством, робототехникой, промышленным дизайном, авиастроением, машиностроением, приборостроением, информационными технологиями, аддитивными технологиями, виртуальной и дополненной реальностью.

Основная цель изучения учебного предмета «3D-моделирование» на уровне среднего общего образования — формирование у обучающихся базовых инженерных компетенций, необходимых для разработки цифровой модели технического объекта, подготовки конструкторской документации, создания простого прототипа и представления результата проектной деятельности. В связи с этим изучение 3D-моделирования в 10–11 классах должно обеспечить:

сформированность представлений о роли инженерного проектирования, цифрового моделирования и аддитивных технологий в современном обществе и производстве;

сформированность основ пространственного, технического и проектного мышления;

сформированность умений анализировать форму, конструкцию и назначение технического объекта, определять его основные элементы, размеры и способы изготовления;

сформированность навыков чтения простых чертежей, построения эскизов, создания объемных деталей, сборочных моделей и подготовки файлов к изготовлению;

сформированность представлений о влиянии цифровых производственных технологий на инженерную деятельность, промышленность, образование, экономику и повседневную жизнь человека;

понимание правовых и этических аспектов использования цифровых моделей, программного обеспечения, готовых технических решений и результатов интеллектуальной деятельности;

создание условий для развития навыков учебной, проектной, исследовательской и творческой деятельности, мотивации обучающихся к саморазвитию и профессиональному самоопределению в инженерно-технологической сфере.

В содержании учебного предмета «3D-моделирование» выделяются несколько тематических разделов.

Раздел «Основы инженерной графики и черчения» посвящен изучению назначения чертежа, основных видов изображений, правил построения, нанесения размеров, базовых требований ЕСКД и чтения простой технической документации.

Раздел «Введение в CAD-системы» направлен на знакомство с интерфейсом программы КОМПАС-3D, базовыми инструментами построения, созданием эскизов, использованием линий, размеров, ограничений и сопряжений.

Раздел «Создание объемных деталей» включает изучение основных операций твердотельного моделирования: выдавливания, вырезания, вращения, создания отверстий, фасок, скруглений, пазов и выступов, а также редактирования геометрии модели.

Раздел «Сборочные модели и проектирование конструкции» посвящен работе с деталями и сборочными единицами, применению сопряжений, размещению крепежных элементов, проектированию простых корпусов, оснований и элементов конструкции под электронные компоненты и механизмы.

Раздел «Подготовка модели к изготовлению» направлен на изучение основ 3D-печати, технологичности детали, толщины стенок, допусков, ориентации модели при печати, подготовки файлов для изготовления и анализа возможных ошибок модели.

В приведенном далее содержании учебного предмета «3D-моделирование» могут быть выделены дополнительные темы, которые не входят в обязательную часть программы, но могут быть предложены для изучения отдельным мотивированным и способным обучающимся. К таким темам могут относиться параметрическое моделирование, сложные сборки, реверс-инжиниринг, подготовка моделей для 3D-печати на разных типах оборудования, основы промышленного дизайна, визуализация и рендеринг технических объектов.

Изучение 3D-моделирования рекомендуется для технологического профиля, ориентированного на инженерную, проектную и цифровую сферы деятельности. Курс 3D-моделирования обеспечивает подготовку обучающихся, ориентированных на инженерные специальности, участие в проектной и исследовательской деятельности, связанной с современными направлениями цифрового производства, робототехники, прототипирования, авиастроения, промышленного дизайна и аддитивных технологий.

Последовательность изучения тем в пределах одного года обучения может быть изменена по усмотрению учителя при подготовке рабочей программы и поурочного планирования с учетом уровня подготовки обучающихся, материально-технического оснащения образовательной организации, логики проектной деятельности и календарного графика учебного процесса.

Общее число часов, рекомендованных для изучения курса «3D-моделирование», определяется учебным планом образовательной организации. В рамках данной программы курс рассчитан на 34 академических часа в 10 и 11 классе из расчета 1 академический час в неделю в течение 25 учебных недель. Дополнительно 9 академических часов отводятся на практические занятия по подготовке моделей к изготовлению, доработку 3D-моделей, подготовку чертежей.

СОДЕРЖАНИЕ ОБУЧЕНИЯ

10 КЛАСС

Основы инженерной графики и цифрового моделирования

Требования техники безопасности и гигиены при работе с компьютерами, САД-системами, периферийным оборудованием и другими компонентами цифровой инженерной среды.

Понятие инженерной деятельности. Роль инженерной графики и цифрового моделирования в разработке технических объектов. Основные этапы создания изделия: анализ задачи, разработка эскиза, построение цифровой модели, подготовка чертежа, изготовление прототипа, проверка результата.

Чертеж как основной способ передачи инженерной информации. Основные виды изображений на чертеже. Вид спереди, вид сверху, вид сбоку. Понятие главного вида. Линии чертежа, размеры, размерные и выносные линии. Масштаб. Простановка размеров. Базовые требования ЕСКД к оформлению простых чертежей.

Понятие детали и изделия. Назначение детали в конструкции. Основные геометрические элементы детали: плоскость, ребро, грань, отверстие, паз, выступ, фаска, скругление. Связь формы детали с ее назначением и способом изготовления.

Цифровая модель как средство проектирования технического объекта. Отличие эскиза, чертежа, 3D-модели и прототипа. Применение 3D-моделирования в промышленности, образовании, робототехнике, авиастроении, архитектуре, медицине, промышленном дизайне и аддитивных технологиях.

Введение в САД-системы

Назначение САД-систем. Роль систем автоматизированного проектирования в инженерной деятельности. Основные возможности САД-систем: создание эскизов, построение объемных моделей, редактирование геометрии, создание сборок, оформление чертежей, подготовка файлов к изготовлению.

Интерфейс программы КОМПАС-3D. Рабочая область, панели инструментов, дерево модели, свойства объектов. Создание нового документа. Типы документов: деталь, сборка, чертеж, фрагмент. Сохранение и открытие файлов. Организация файлов проекта.

Работа с эскизом. Построение линий, окружностей, дуг, прямоугольников и других геометрических примитивов. Использование размеров и ограничений. Горизонтальные и вертикальные связи. Параллельность, перпендикулярность, касательность, совпадение точек. Понятие полностью определенного эскиза.

Редактирование эскизов. Перемещение, удаление, копирование и изменение геометрических объектов. Проверка замкнутости контура. Типовые ошибки при построении эскизов и способы их исправления.

Создание объемных деталей

Твердотельное моделирование как способ создания цифровой модели изделия. Основные операции построения объемных тел. Операция выдавливания. Создание детали на основе замкнутого эскиза. Задание направления и глубины выдавливания.

Операция вырезания. Создание отверстий, пазов и углублений. Построение сквозных и несквозных вырезов. Использование вспомогательных плоскостей и граней модели для построения новых элементов.

Операция вращения. Создание тел вращения. Понятие оси вращения. Примеры деталей, создаваемых с помощью вращения: втулка, колесо, ручка, ось, цилиндрические элементы конструкции.

Фаски и скругления. Назначение фасок и скруглений в конструкции. Повышение технологичности и безопасности детали. Влияние скруглений на прочность, внешний вид и удобство изготовления.

Создание отверстий и крепежных элементов. Размещение отверстий под винты, стойки и крепления. Учет габаритов электронных компонентов и механических соединений. Простые элементы корпуса: основание, крышка, стенки, стойки, посадочные места.

Построение деталей по чертежу. Анализ исходного чертежа. Определение последовательности построения модели. Выбор базовой плоскости. Создание основной формы, добавление конструктивных элементов, проверка размеров.

Сборочные модели и проектирование конструкции

Понятие сборочной единицы. Отличие детали от сборки. Назначение сборок в инженерном проектировании. Примеры сборочных моделей: корпус устройства, крепление датчика, механизм с подвижным элементом, основание для платы.

Создание сборки в КОМПАС-3D. Добавление деталей в сборку. Размещение компонентов в рабочей области. Использование сопряжений. Совпадение, соосность, параллельность, расстояние между элементами. Проверка взаимного расположения деталей.

Базовые механические соединения. Разъемные и неразъемные соединения. Винтовые соединения, посадочные места, отверстия под крепеж. Понятие зазора. **Учет толщины материала и особенностей изготовления.**

Проектирование простого корпуса. Назначение корпуса в техническом устройстве. Размещение платы, датчиков, проводов, кнопок, индикаторов и крепежных элементов. Проектирование основания, крышки, отверстий, вентиляционных и технологических элементов.

Проектирование конструкции под электронные компоненты. Учет размеров Arduino, макетной платы, датчиков, сервоприводов, батарейного отсека и соединительных проводов. Размещение элементов с учетом удобства сборки, обслуживания и безопасности.

Анализ сборочной модели. Проверка пересечений деталей. Проверка доступности крепежа. Проверка возможности сборки и разборки изделия. Корректировка конструкции по результатам анализа.

Подготовка модели к изготовлению

Основы аддитивных технологий. Понятие 3D-печати. Основные этапы получения детали: создание модели, экспорт файла, подготовка в слайсере, печать, снятие детали, постобработка. Возможности и ограничения 3D-печати.

Технологичность 3D-модели. Толщина стенок. Минимальные размеры элементов. Нависающие элементы. Поддержки. Ориентация детали при печати. Влияние ориентации на прочность, качество поверхности и время изготовления.

Допуски и посадки в учебном проектировании. Понятие зазора между деталями. Учет погрешности 3D-печати. Подбор размеров отверстий и посадочных мест. Проверка соответствия готовой детали цифровой модели.

Экспорт модели для изготовления. Форматы файлов для 3D-печати. Подготовка STL-файла. Проверка целостности модели. Типовые ошибки: незамкнутая геометрия, слишком тонкие элементы, пересечения, неверный масштаб.

Постобработка напечатанных деталей. Удаление поддержек. Проверка размеров. Механическая доработка. Сборка деталей. Оценка качества изготовленного элемента.

Документация и представление результата

Создание простого чертежа детали на основе 3D-модели. Выбор видов. Простановка размеров. Оформление основной информации о детали. Подготовка изображения модели для отчета и презентации.

Спецификация простого изделия. Перечень деталей и компонентов. Указание количества элементов. Разделение деталей собственного изготовления и готовых покупных компонентов.

Описание конструкции. Назначение изделия. Основные элементы конструкции. Принцип размещения компонентов. Обоснование выбранной формы и способа изготовления.

Визуализация технического решения. Использование изображений 3D-модели, чертежей, схем сборки и фотографий прототипа для представления проекта.

11 КЛАСС

Углубленное инженерное и цифровое моделирование

Повторение основных принципов инженерной графики, построения эскизов, создания объемных деталей и сборочных моделей. Углубление навыков работы с CAD-системой. Повышение самостоятельности обучающихся при выборе способов построения модели.

Параметрическое моделирование. Использование размеров и зависимостей для управления геометрией модели. Изменение параметров модели без полного перестроения конструкции. Применение параметрического подхода при разработке повторяющихся и изменяемых элементов.

Сложные элементы формы. Использование дополнительных плоскостей, осей и вспомогательной геометрии. Построение моделей с несколькими операциями. Комбинирование выдавливания, вырезания, вращения, фасок, скруглений и отверстий.

Проектирование функциональных деталей. Разработка корпусов, кронштейнов, держателей, посадочных площадок, элементов крепления и элементов учебного полигона. Учет условий эксплуатации детали.

Сборочные модели повышенной сложности. Разработка изделий, состоящих из нескольких деталей. Проверка совместимости элементов. Учет последовательности сборки. Выявление и устранение пересечений.

Моделирование элементов для робототехнических и беспилотных систем. Крепления датчиков, камер, плат управления, аккумуляторов, защитных элементов и элементов учебного стенда. Учет массы, габаритов, прочности и удобства обслуживания.

Подготовка моделей к изготовлению на разных типах оборудования. Сравнение способов изготовления: 3D-печать, лазерная резка, ручная сборка из готовых элементов. Выбор технологии изготовления в зависимости от формы и назначения детали.

Основы промышленного дизайна и эргономики. Влияние формы изделия на удобство использования. Эстетика технического объекта. Безопасность кромок и выступающих элементов. Проектирование изделия с учетом пользователя.

Введение в рендеринг и визуализацию. Подготовка изображений модели для презентации. Выбор ракурса, отображение сборки, демонстрация внутренних элементов конструкции. Использование визуализации для защиты проектного решения.

Симуляция воздействия сил в САПР. Общие представления о применении инструментов инженерного анализа для оценки прочности и поведения трехмерных моделей под действием внешних нагрузок. Задание закреплений, сил, давления и других воздействий на модель. Анализ напряжений, деформаций и перемещений конструкции. Использование результатов симуляции для выявления слабых мест модели, проверки работоспособности конструкции и внесения изменений перед изготовлением прототипа.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ КУРСА ПО ВЫБОРУ «3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ» НА УРОВНЕ СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

ЛИЧНОСТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Личностные результаты отражают готовность и способность обучающихся руководствоваться сформированной внутренней позицией личности, системой ценностных ориентаций, позитивных внутренних убеждений, соответствующих традиционным ценностям российского общества, расширение жизненного опыта и опыта деятельности в процессе реализации средствами учебного предмета основных направлений воспитательной деятельности.

1) гражданского воспитания:

осознание своих конституционных прав и обязанностей, уважение закона и правопорядка, соблюдение основополагающих норм правового и безопасного использования цифровых технологий, программного обеспечения и результатов интеллектуальной деятельности;

готовность противостоять идеологии экстремизма, национализма, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам в виртуальном пространстве;

2) патриотического воспитания:

ценностное отношение к историческому наследию, достижениям России в науке, искусстве, технологиях, понимание значения инженерного

проектирования, цифрового моделирования и аддитивных технологий в жизни современного общества;

3) духовно-нравственного воспитания:

сформированность нравственного сознания, этического поведения; способность оценивать ситуацию и принимать осознанные решения,

ориентируясь на морально-нравственные нормы и ценности, в том числе при работе в цифровой образовательной и проектной среде;

4) эстетического воспитания:

эстетическое отношение к миру, включая эстетику научного и технического творчества;

способность воспринимать различные виды искусства, в том числе основанного на использовании информационных технологий;

5) физического воспитания:

сформированность здорового и безопасного образа жизни, ответственного отношения к своему здоровью, в том числе за счет соблюдения требований безопасной эксплуатации средств информационных и коммуникационных технологий;

6) трудового воспитания:

готовность к активной деятельности технологической и социальной направленности, способность инициировать, планировать и самостоятельно выполнять такую деятельность;

интерес к сферам профессиональной деятельности, связанным с инженерным проектированием, цифровым производством, 3D-моделированием, робототехникой, промышленным дизайном и аддитивными технологиями, основанными на достижениях инженерного проектирования, цифрового моделирования, аддитивных технологий и научно-технического прогресса, умение совершать осознанный выбор будущей профессии и реализовывать собственные жизненные планы;

готовность и способность к образованию и самообразованию на протяжении всей жизни;

7) экологического воспитания:

осознание глобального характера экологических проблем и путей их решения, в том числе с учетом возможностей информационно-коммуникационных технологий;

8) ценности научного познания:

сформированность мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки, достижениям научно-технического прогресса и общественной практики, за счет понимания роли цифровых технологий, инженерного проектирования, аддитивных технологий и цифрового производства в условиях цифровой трансформации многих сфер жизни современного общества;

осознание ценности научной деятельности, готовность осуществлять проектную и исследовательскую деятельность индивидуально и в группе.

В процессе достижения личностных результатов освоения программы по 3D-Моделированию у обучающихся совершенствуется эмоциональный интеллект, предполагающий сформированность:

саморегулирования, включающего самоконтроль, умение принимать ответственность за свое поведение, способность адаптироваться к эмоциональным изменениям и проявлять гибкость, быть открытым новому;

внутренней мотивации, включающей стремление к достижению цели и успеху, оптимизм, инициативность, умение действовать, исходя из своих возможностей;

эмпатии, включающей способность понимать эмоциональное состояние других, учитывать его при осуществлении коммуникации, способность к сочувствию и сопереживанию;

социальных навыков, включающих способность выстраивать отношения с другими людьми, заботиться, проявлять интерес и разрешать конфликты.

МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате изучения 3D-Моделирования на уровне среднего общего образования у обучающегося будут сформированы метапредметные результаты, отраженные в универсальных учебных действиях, а именно – познавательные универсальные учебные действия, коммуникативные универсальные учебные действия, регулятивные универсальные учебные действия, совместная деятельность.

Познавательные универсальные учебные действия

Базовые логические действия:

самостоятельно формулировать и актуализировать инженерную или проектную задачу, рассматривать ее с учетом назначения изделия, условий эксплуатации, доступных материалов и способов изготовления;

устанавливать существенные признаки технических объектов для сравнения, классификации и обобщения, в том числе по форме, конструкции, функциональному назначению, способу изготовления и уровню технологичности;

определять цели деятельности при создании 3D-модели, задавать параметры и критерии их достижения: размеры, форму, прочность, удобство сборки, возможность изготовления, соответствие техническому заданию;

выявлять закономерности и противоречия в рассматриваемых конструкциях, определять несоответствия между замыслом, цифровой моделью, чертежом и возможностями изготовления;

разрабатывать план решения проектной или конструкторской задачи с учетом анализа имеющихся материальных и нематериальных ресурсов: программного обеспечения, оборудования, времени, комплектующих, материалов и уровня подготовки обучающихся;

вносить коррективы в процесс моделирования, оценивать соответствие полученной 3D-модели поставленной цели, требованиям чертежа, технического задания и условиям изготовления;

оценивать возможные риски последствий проектных решений, в том числе ошибки геометрии, недостаточную прочность конструкции, невозможность сборки, нарушения технологичности и безопасности изделия;

координировать и выполнять работу в условиях реального, виртуального и

комбинированного взаимодействия при разработке цифровой модели, обсуждении конструкции, подготовке чертежей и изготовлении прототипа;

развивать креативное и пространственное мышление при решении учебных, инженерных и практико-ориентированных задач средствами 3D-моделирования.

Базовые исследовательские действия:

владеть навыками учебно-исследовательской и проектной деятельности в области 3D-моделирования, навыками разрешения конструкторских проблем, способностью и готовностью к самостоятельному поиску способов построения и доработки цифровых моделей;

осуществлять различные виды деятельности по получению нового знания, его интерпретации, преобразованию и применению в учебных ситуациях, в том числе при создании цифровых моделей, чертежей, сборок, макетов и инженерных проектов;

формировать инженерный тип мышления, владеть терминологией, ключевыми понятиями и методами 3D-моделирования, инженерной графики, цифрового проектирования и подготовки моделей к изготовлению;

ставить и формулировать собственные задачи в образовательной, проектной и практической деятельности: разработать деталь, создать корпус, подготовить сборку, выполнить чертеж, адаптировать модель под 3D-печать;

выявлять причинно-следственные связи между конструктивными решениями и результатом изготовления, выдвигать гипотезы по улучшению формы, прочности, технологичности и удобства сборки изделия;

находить аргументы для обоснования выбранной конструкции, задавать параметры и критерии оценки проектного решения: точность размеров, соответствие назначению, прочность, эргономичность, экономичность и возможность изготовления;

анализировать результаты моделирования и изготовления, критически оценивать их достоверность, выявлять ошибки построения, прогнозировать поведение конструкции при изменении условий эксплуатации или способа производства;

давать оценку новым конструкторским ситуациям, оценивать приобретенный опыт создания моделей, исправления ошибок, подготовки чертежей и изготовления деталей;

осуществлять целенаправленный перенос средств и способов действия в профессиональную инженерную среду, использовать подходы CAD-проектирования при решении учебных и практических задач;

уметь переносить знания в познавательную и практическую области жизнедеятельности, применять навыки 3D-моделирования для создания полезных изделий, макетов, корпусов, креплений и элементов технических устройств;

уметь интегрировать знания из разных предметных областей, включая технологию, информатику, математику, физику, черчение, робототехнику и проектную деятельность;

выдвигать новые идеи, предлагать оригинальные подходы и решения при проектировании технических объектов, допускать альтернативные варианты конструкции, сборки, крепления и изготовления изделия.

Работа с информацией:

владеть навыками получения информации из источников разных типов, самостоятельно осуществлять поиск, анализ, систематизацию и интерпретацию информации, необходимой для создания 3D-модели, чертежа, сборки или прототипа;

использовать справочные материалы, техническую документацию, чертежи, изображения, инструкции, каталоги компонентов и примеры готовых инженерных решений при разработке собственной модели;

создавать тексты и визуальные материалы в различных форматах с учетом назначения информации и целевой аудитории, выбирать оптимальную форму представления результата: чертеж, 3D-модель, изображение сборки, спецификация, инструкция, презентация;

оценивать достоверность, легитимность и применимость информации, используемой при создании цифровых моделей, учитывать правовые и морально-этические нормы при использовании чужих моделей, изображений, чертежей и технических решений;

использовать средства информационных и коммуникационных технологий при решении познавательных, проектных, коммуникативных и организационных задач в области 3D-моделирования с соблюдением требований эргономики, техники безопасности, гигиены, ресурсосбережения, правовых и этических норм;

соблюдать требования информационной безопасности при работе с файлами проектов, облачными хранилищами, цифровыми моделями, учетными записями, программным обеспечением и образовательными платформами;

владеть навыками организации, хранения, защиты и передачи проектной информации, включая файлы 3D-моделей, чертежей, спецификаций, изображений, презентаций и итоговых материалов проекта.

Коммуникативные универсальные учебные действия

Общение:

осуществлять коммуникации во всех сферах жизни;

распознавать невербальные средства общения, понимать значение социальных знаков, распознавать предпосылки конфликтных ситуаций и смягчать конфликты;

владеть различными способами общения и взаимодействия, аргументированно вести диалог, уметь смягчать конфликтные ситуации;

развернуто и логично излагать свою точку зрения с использованием языковых средств.

Совместная деятельность:

понимать и использовать преимущества командной и индивидуальной работы; выбирать тематику и методы совместных действий с учетом общих интересов

и возможностей каждого члена коллектива;

принимать цели совместной деятельности, организовывать и координировать действия по их достижению: составлять план действий,

распределять роли с учетом мнений участников, обсуждать результаты совместной работы;

оценивать качество своего вклада и каждого участника команды в общий результат по разработанным критериям;

предлагать новые проекты, оценивать идеи с позиции новизны, оригинальности, практической значимости;

осуществлять позитивное стратегическое поведение в различных ситуациях, проявлять творчество и воображение, быть инициативным.

Регулятивные универсальные учебные действия

Самоорганизация:

самостоятельно осуществлять познавательную деятельность, выявлять проблемы, ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности и жизненных ситуациях;

самостоятельно составлять план решения проблемы с учетом имеющихся ресурсов, собственных возможностей и предпочтений;

давать оценку новым ситуациям;

расширять рамки учебного предмета на основе личных предпочтений;

делать осознанный выбор, аргументировать его, брать ответственность за решение;

оценивать приобретенный опыт;

способствовать формированию и проявлению широкой эрудиции в разных областях знаний, постоянно повышать свой образовательный и культурный уровень.

Самоконтроль:

давать оценку новым ситуациям, вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям;

владеть навыками познавательной рефлексии как осознания совершаемых действий и мыслительных процессов, их результатов и оснований, использовать приемы рефлексии для оценки ситуации, выбора верного решения;

оценивать риски и своевременно принимать решения по их снижению;

принимать мотивы и аргументы других при анализе результатов деятельности.

Принятия себя и других:

принимать себя, понимая свои недостатки и достоинства;

принимать мотивы и аргументы других при анализе результатов деятельности; признавать свое право и право других на ошибку;

развивать способность понимать мир с позиции другого человека.

ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В процессе изучения курса «3D-моделирование» в 10 классе обучающимися будут достигнуты следующие предметные результаты:

владение представлениями о роли инженерной графики, цифрового моделирования и аддитивных технологий в современной технике, производстве, образовании и проектной деятельности;

понимание назначения 3D-моделирования как средства разработки,

анализа, визуализации и подготовки к изготовлению технических объектов;

владение базовыми понятиями инженерной графики и 3D-моделирования: чертеж, эскиз, деталь, сборка, модель, плоскость, грань, ребро, контур, размер, сопряжение, операция построения, прототип;

умение читать простые чертежи, определять основные виды изображения детали, понимать назначение размеров, линий чертежа и базовых требований к оформлению технической документации;

умение создавать простые эскизы в CAD-системе, использовать линии, окружности, дуги, прямоугольники, размеры, ограничения и геометрические зависимости;

владение навыками работы в КОМПАС-3D или иной CAD-системе: создание, открытие, сохранение файлов, выбор типа документа, работа с интерфейсом, деревом модели и базовыми инструментами построения;

умение создавать объемные детали с использованием основных операций твердотельного моделирования: выдавливание, вырезание, вращение, создание отверстий, фасок, скруглений, пазов и выступов;

умение выполнять построение простой 3D-модели по чертежу, анализировать исходные размеры, выбирать последовательность построения и проверять соответствие модели заданной геометрии;

понимание связи формы детали с ее назначением, условиями эксплуатации, способом изготовления и возможностью последующей сборки;

умение создавать простые сборочные модели, размещать детали относительно друг друга, использовать базовые сопряжения, проверять взаимное расположение элементов конструкции;

владение представлениями о разъемных и неразъемных соединениях, крепежных элементах, посадочных местах, технологических зазорах и базовых принципах проектирования корпуса или основания технического устройства;

умение проектировать простые элементы конструкции под электронные компоненты, датчики, платы, крепления, провода и элементы питания с учетом их габаритов и удобства сборки;

понимание основных принципов подготовки модели к 3D-печати: толщина стенок, технологичность формы, нависающие элементы, ориентация детали, необходимость поддержек, учет погрешности изготовления;

умение подготавливать модель к изготовлению, экспортировать файл в необходимом формате, выявлять типовые ошибки геометрии и вносить корректировки перед печатью;

умение создавать простую техническую документацию по модели: чертеж детали, изображение модели, описание конструкции, перечень элементов и спецификацию простого изделия;

умение использовать цифровые модели, чертежи, изображения и схемы сборки при подготовке проектной документации, отчета и презентации;

понимание требований техники безопасности и гигиены при работе с компьютером, CAD-системами, периферийным оборудованием, 3D-принтером и готовыми деталями;

умение применять полученные навыки 3D-моделирования при выполнении

учебных и проектных задач, связанных с разработкой простого инженерного изделия.

В процессе изучения курса «3D-моделирование» в **11 классе** обучающимися будут достигнуты следующие предметные результаты:

владение устойчивыми навыками работы с САД-системами при создании деталей, сборок, чертежей и цифровых материалов инженерного проекта;

умение самостоятельно анализировать техническую задачу, определять требования к разрабатываемой модели, выбирать рациональный способ построения детали или сборочной единицы;

умение применять параметрический подход к созданию моделей, использовать размеры, зависимости и ограничения для управления геометрией объекта;

умение создавать модели повышенной сложности с использованием дополнительных плоскостей, осей, вспомогательной геометрии и последовательности нескольких операций построения;

владение навыками проектирования функциональных деталей: корпусов, креплений, кронштейнов, держателей, оснований, посадочных площадок, элементов учебных стендов и технических устройств;

умение разрабатывать сборочные модели, состоящие из нескольких деталей, проверять совместимость элементов, выявлять пересечения, учитывать последовательность сборки и возможность обслуживания изделия;

умение проектировать элементы конструкции для робототехнических, беспилотных, измерительных и учебных систем с учетом габаритов, массы, прочности, размещения компонентов и удобства эксплуатации;

понимание основных принципов инженерного анализа модели, включая оценку прочности, жесткости, возможных деформаций, слабых мест конструкции и влияния внешних нагрузок;

умение выполнять базовую симуляцию воздействия сил в САПР: задавать закрепления, нагрузки и условия расчета, анализировать напряжения, деформации и перемещения модели;

умение использовать результаты инженерного анализа для проверки работоспособности конструкции, выявления слабых мест и внесения изменений до изготовления прототипа;

владение представлениями о технологичности изделия, допусках, посадках, зазорах, ограничениях 3D-печати, лазерной резки и других способов изготовления учебных прототипов;

умение выбирать способ изготовления детали с учетом ее формы, назначения, размеров, материала, точности, прочности и доступного оборудования;

умение подготавливать комплект цифровых материалов проекта: 3D-модель, сборку, чертеж, спецификацию, изображения модели, файлы для изготовления и инструкцию по сборке;

умение использовать визуализацию модели для представления инженерного решения, подготовки презентации, демонстрации конструкции и объяснения принципа работы изделия;

понимание роли 3D-моделирования в современных инженерных,

производственных и исследовательских задачах, включая робототехнику, авиастроение, промышленный дизайн, аддитивные технологии и цифровое производство;

умение использовать 3D-моделирование как инструмент проектной деятельности: от постановки технического задания и анализа аналогов до разработки конструкции, изготовления прототипа, испытаний и публичной защиты;

умение оформлять результаты работы в виде инженерной документации, включающей описание конструкции, чертежи, спецификацию, изображения модели, результаты проверки и выводы по доработке изделия;

умение критически оценивать качество собственной модели и проектного решения, выявлять ошибки построения, несоответствия требованиям, ограничения изготовления и направления дальнейшего улучшения конструкции;

владение навыками безопасной, ответственной и организованной работы с цифровыми моделями, CAD-системами, файлами проекта, оборудованием для изготовления прототипов и средствами представления результатов.

ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

10 КЛАСС

№ п/п	Наименование разделов и тем учебного предмета	Количество часов	Программное содержание	Основные виды деятельности обучающихся
Раздел 1. Введение в инженерную специальность				
1.1	Работа с чертежами	5	Требования техники безопасности и гигиены при работе с компьютерами и другими компонентами цифрового окружения. Инженерная графика и черчение. Понятие чертежа, виды, размеры, базовые требования ЕСКД. Чертеж как способ передачи инженерной информации. Основные виды, размеры, обозначения, простые требования ЕСКД.	Анализировать чертеж детали; определять основные, дополнительные и вспомогательные виды; находить габаритные, установочные и присоединительные размеры. Выполнять простые построения по образцу, соблюдать правила нанесения размеров, линий чертежа и обозначений. Соотносить разные виды одной детали между собой, определять форму элемента по нескольким проекциям. Выявлять на чертеже отверстия, пазы, выступы, фаски и скругления, объяснять их назначение в конструкции детали.

1.2	Введение в CAD и работа с эскизом	3	Интерфейс КОМПАС-3D, инструменты построения эскиза, свойства линий, размеры, ограничения и сопряжения.	Создавать эскизы в КОМПАС-3D; редактировать геометрию; применять размеры и сопряжения.
Итого по разделу		8		
2.1	Объемное моделирование деталей	8	Понятие объемной детали и твердотельной модели. Отличие эскиза, чертежа и 3D-модели. Основные элементы трехмерной модели: плоскость, грань, ребро, вершина, контур, тело, отверстие, паз, выступ, фаска, скругление. Последовательность построения объемной детали в CAD-системе: выбор базовой плоскости, создание эскиза, задание размеров, проверка замкнутости контура, выполнение операции построения. Базовые операции объемного моделирования: выдавливание, вырезание, вращение, построение отверстий, создание фасок и скруглений. Назначение каждой операции и примеры ее применения при создании технических деталей. Построение простых деталей по чертежу с соблюдением заданных размеров и формы. Редактирование объемной модели: изменение размеров эскиза, редактирование операций построения, удаление и добавление конструктивных элементов. Проверка соответствия модели исходному чертежу. Анализ формы детали, выявление основных и вспомогательных элементов конструкции. Создание деталей с отверстиями, пазами, выступами, ребрами жесткости, посадочными местами и крепежными	Создавать объемные детали в CAD-системе на основе эскизов и простых чертежей. Выбирать базовую плоскость построения, задавать размеры, проверять замкнутость контура и выполнять основные операции твердотельного моделирования. Использовать операции выдавливания, вырезания, вращения, создания отверстий, фасок и скруглений при построении технических деталей. Анализировать форму детали, определять последовательность ее построения, выделять основные и вспомогательные элементы конструкции. Редактировать геометрию модели, изменять размеры и параметры операций, исправлять ошибки построения. Проверять соответствие созданной модели исходному чертежу, контролировать габаритные размеры, расположение отверстий, пазов, выступов и крепежных элементов. Создавать простые модели корпусов, оснований, кронштейнов, держателей и элементов конструкции. Оценивать технологичность модели, учитывать возможность 3D-печати, удобство сборки и дальнейшего использования детали в проекте. Сохранять файлы моделей, оформлять результаты работы, подготавливать изображения созданных

			элементами. Учет назначения детали, удобства сборки, технологичности и возможности последующего изготовления. Типовые ошибки при объемном моделировании: незамкнутый контур, неверная плоскость построения, лишние элементы эскиза, некорректные размеры, пересечение элементов модели. Подготовка простой объемной детали к дальнейшему использованию в сборке или проекте. Сохранение файла модели, организация структуры проекта, подготовка изображения детали для отчета или презентации.	деталей для проектной документации, отчета или презентации.
--	--	--	---	--

2.2	Работа со сложной геометрией	4	Понятие сложной геометрии в 3D-моделировании. Отличие простых объемных тел от моделей со сложной формой, криволинейными поверхностями, переходами, сечениями и нестандартными плоскостями построения. Применение сложной геометрии при проектировании корпусов, аэродинамических элементов, декоративных деталей, переходников, кожухов, обтекателей, держателей и технических элементов нестандартной формы. Работа с дополнительными плоскостями. Создание смещенных, наклонных и вспомогательных плоскостей. Использование дополнительных плоскостей для построения элементов детали, расположенных под углом или на разных уровнях. Размещение эскизов на различных плоскостях модели. Построение моделей по кривым и направляющим. Использование кривых, траекторий и вспомогательной геометрии для создания сложных элементов формы. Построение элементов по направляющей линии, создание плавных переходов и криволинейных участков конструкции. Построение по сечениям. Создание модели на основе нескольких поперечных сечений. Понятие профиля, сечения и направляющей. Построение плавной формы между несколькими эскизами. Применение построения по сечениям для создания деталей с изменяющимся профилем. Использование вспомогательной геометрии	Создавать дополнительные плоскости и использовать их для построения элементов детали, расположенных под углом, на разных уровнях или в нестандартных положениях. Размещать эскизы на вспомогательных плоскостях, задавать размеры и контролировать взаимное расположение элементов модели. Выполнять построение деталей с использованием кривых, направляющих и вспомогательной геометрии. Создавать криволинейные элементы, плавные переходы, нестандартные поверхности и детали сложной формы. Строить модели по нескольким сечениям, создавать профили на разных плоскостях и формировать между ними плавную объемную геометрию. Анализировать форму детали, определять необходимые сечения и выбирать последовательность построения. Редактировать параметры сложных операций, изменять сечения, направляющие и вспомогательные элементы. Исправлять ошибки построения, проверять корректность геометрии и соответствие модели исходному замыслу или техническому заданию. Оценивать технологичность сложной модели, определять возможные проблемы при изготовлении, 3D-печати или сборке. Подготавливать полученную модель для дальнейшего использования в проекте,
-----	------------------------------	---	--	---

			при построении сложных моделей. Оси, точки, плоскости, контуры и направляющие как элементы подготовки построения. Анализ последовательности создания сложной детали: выбор базовой формы, определение сечений, построение вспомогательных элементов, создание основной геометрии, доработка формы. Редактирование сложной геометрии. Изменение сечений, кривых, направляющих и параметров операций. Проверка корректности построения, выявление ошибок геометрии, пересечений, разрывов и некорректных переходов. Оценка технологичности сложной формы с точки зрения дальнейшего изготовления, 3D-печати и сборки.	сборке, отчете или презентации.
Итого по разделу		12		

Раздел 3. Сборочные модели				
3.1	Сборочная единица и сопряжения	4	Понятие сборочной единицы. Отличие детали от сборки. Назначение сборочных моделей в инженерном проектировании. Добавление компонентов в сборку, размещение деталей, использование базовых сопряжений: совпадение, соосность, параллельность, расстояние. Проверка взаимного расположения деталей, выявление пересечений и ошибок сборки. Применение сборок при проектировании корпуса, крепления, механизма или учебного прототипа.	Создавать простую сборку; задавать взаимное положение деталей; проверять корректность сопряжений.
3.2	Корпус устройства и крепления	2	Проектирование простого корпуса, основания или кронштейна для технического устройства. Размещение отверстий, крепежных элементов, посадочных мест под плату, датчики, провода, аккумулятор и элементы управления. Учет габаритов электронных компонентов, удобства сборки, доступа к крепежу и безопасности эксплуатации. Проверка возможности сборки и последующей доработки конструкции.	Разрабатывать простую конструкцию корпуса; учитывать габариты электронных компонентов; проектировать крепления.
Итого по разделу		6		

Раздел 4. Производство и изготовление				
4.1	Подготовка модели к 3D-печати	3	Основы подготовки модели к 3D-печати. Форматы файлов для изготовления. Экспорт модели, проверка масштаба и целостности геометрии. Толщина стенок, минимальные размеры элементов, нависающие элементы, необходимость поддержек, ориентация детали при печати. Типовые ошибки модели: незамкнутая геометрия, слишком тонкие элементы, пересечения, неверный масштаб.	Оценивать технологичность модели; корректировать корпус; подготавливать файлы к изготовлению; соблюдать правила безопасности в лаборатории. Проверять модель перед печатью; исправлять ошибки; учитывать ограничения 3D-принтера.
4.2	Технологичность и лабораторная практика	3	Знакомство с работой 3D-лаборатории. Подготовка файла к печати в слайсере, выбор положения детали, анализ времени печати и расхода материала. Оценка качества напечатанных деталей, проверка размеров, выявление дефектов, удаление поддержек, простая постобработка. Доработка модели по результатам изготовления.	Готовить файл к изготовлению; анализировать напечатанную деталь; предлагать доработки конструкции.
Итого по разделу		6		
Резервное время		2		
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		34		

11 КЛАСС

№ п/п	Наименование разделов и тем учебного предмета	Количество часов	Программное содержание	Основные виды деятельности обучающихся
Раздел 1. Углубленное инженерное и цифровое моделирование				
1.1	Повторение основ 3D-моделирования и инженерной графики	3	Повторение основных принципов инженерной графики, построения эскизов, создания объемных деталей и сборочных моделей. Повторение базовых операций твердотельного моделирования: выдавливание, вырезание, вращение, отверстия, фаски, скругления. Анализ чертежа и выбор последовательности построения модели. Проверка соответствия цифровой модели исходному чертежу и техническому заданию.	Повторять и применять основные приемы работы в САД-системе. Анализировать чертежи и технические задания, определять последовательность построения модели. Создавать и редактировать детали с использованием базовых операций объемного моделирования. Проверять соответствие модели исходным размерам, форме и назначению детали. Исправлять ошибки построения и оформлять результат работы.
1.2	Параметрическое моделирование	5	Понятие параметрической модели. Использование размеров, зависимостей и ограничений для управления геометрией объекта. Изменение параметров модели без полного перестроения конструкции. Создание деталей с повторяющимися элементами, изменяемыми размерами и зависимыми параметрами. Применение параметрического подхода при проектировании корпусов, креплений, кронштейнов, держателей и элементов учебных технических устройств.	Создавать параметрические модели деталей, задавать размеры и зависимости между элементами. Изменять параметры модели и анализировать, как изменение размеров влияет на форму и конструкцию изделия. Использовать ограничения и взаимосвязи для повышения точности построения. Создавать модели, которые можно быстро адаптировать под разные размеры, комплектующие и условия применения.
Итого по разделу		8		
Раздел 2. Работа со сложной геометрией и функциональными деталями				

2.1	Сложная геометрия: дополнительные плоскости, кривые и построение по сечениям	6	Понятие сложной геометрии в 3D-моделировании. Отличие простых объемных тел от моделей со сложной формой, криволинейными поверхностями, плавными переходами и нестандартными плоскостями построения. Создание смещенных, наклонных и вспомогательных плоскостей. Размещение эскизов на разных плоскостях. Построение элементов по кривым, траекториям и направляющим. Построение моделей по нескольким сечениям. Создание плавной формы между профилями. Применение сложной геометрии при проектировании обтекателей, кожухов, переходников, держателей, аэродинамических элементов и деталей нестандартной формы.	Создавать дополнительные плоскости и использовать их для построения элементов, расположенных под углом, на разных уровнях или в нестандартных положениях. Выполнять построения по кривым, направляющим и сечениям. Создавать криволинейные элементы, плавные переходы и модели с изменяющимся профилем. Анализировать форму детали, определять необходимые сечения и выбирать рациональную последовательность построения. Исправлять ошибки сложной геометрии, проверять корректность переходов, пересечений и разрывов модели.
2.2	Проектирование функциональных деталей	4	Понятие функциональной детали. Разработка корпусов, кронштейнов, держателей, оснований, посадочных площадок, защитных элементов, креплений и элементов учебных стендов. Учет назначения детали, условий эксплуатации, габаритов устанавливаемых компонентов, прочности, массы, удобства сборки и безопасности использования. Проектирование деталей для робототехнических, беспилотных, измерительных и учебных систем.	Проектировать функциональные детали под конкретную техническую задачу. Учитывать назначение изделия, габариты компонентов, способы крепления, удобство сборки и эксплуатации. Создавать модели держателей, корпусов, кронштейнов, оснований и креплений. Проверять возможность установки компонентов и доступность крепежных элементов. Оценивать соответствие детали условиям применения и требованиям технического задания.
Итого по разделу		10		

Раздел 3. Сборочные модели повышенной сложности				
3.1	Сборочные модели и взаимодействие компонентов	4	Разработка изделий, состоящих из нескольких деталей. Повторение понятия сборочной единицы. Размещение компонентов в сборке. Использование сопряжений для задания взаимного положения деталей. Проверка совместимости элементов. Выявление пересечений, ошибок размещения и невозможности сборки. Учет последовательности сборки и разборки изделия.	Создавать сборочные модели из нескольких деталей. Размещать компоненты в сборке, задавать сопряжения и контролировать взаимное расположение элементов. Проверять модель на пересечения и ошибки сборки. Анализировать последовательность сборки и разборки изделия. Вносить изменения в детали с учетом результатов проверки сборки.
3.2	Моделирование элементов для робототехнических и беспилотных систем	4	Моделирование элементов для робототехнических и беспилотных систем: крепления датчиков, камер, плат управления, аккумуляторов, защитных элементов, элементов учебного полигона и демонстрационных стендов. Учет массы, габаритов, прочности, доступности обслуживания, удобства крепления и безопасности эксплуатации. Создание конструктивных элементов, применимых в проектной и исследовательской деятельности.	Разрабатывать модели креплений и элементов конструкции для учебных робототехнических и беспилотных систем. Учитывать массу, размеры, размещение компонентов, доступность подключения и обслуживания. Создавать модели защитных элементов, держателей камер, креплений датчиков и плат. Проверять совместимость разработанных элементов с корпусом, основанием или учебным стендом.
Итого по разделу		8		

Раздел 4. Инженерный анализ, технологичность и визуализация				
4.1	Симуляция воздействия сил в САПР	3	Общие представления о применении инструментов инженерного анализа для оценки прочности и поведения трехмерных моделей под действием внешних нагрузок. Задание закреплений, сил, давления и других воздействий на модель. Анализ напряжений, деформаций и перемещений конструкции. Использование результатов симуляции для выявления слабых мест модели, проверки работоспособности конструкции и внесения изменений перед изготовлением прототипа.	Выполнять базовую симуляцию воздействия сил в CAD-системе. Задавать закрепления, нагрузки и условия расчета. Анализировать результаты расчета: напряжения, перемещения, деформации и слабые места конструкции. Делать выводы о необходимости усиления детали, изменения толщины стенок, формы, ребер жесткости или способа крепления. Использовать результаты анализа для доработки модели перед изготовлением.
4.2	Технологичность, способы изготовления и визуализация модели	3	Технологичность изделия и подготовка модели к изготовлению. Сравнение способов изготовления: 3D-печать, лазерная резка, ручная сборка из готовых элементов. Выбор технологии изготовления в зависимости от формы, назначения, размеров и требуемой точности детали. Основы промышленного дизайна и эргономики. Введение в визуализацию и рендеринг технических объектов. Подготовка изображений модели для презентации, отчета и защиты проектного решения.	Оценивать технологичность модели и выбирать подходящий способ изготовления. Учитывать ограничения 3D-печати, лазерной резки и ручной сборки. Подготавливать модель к изготовлению, проверять толщину стенок, масштаб, ориентацию и наличие проблемных элементов. Создавать изображения модели для отчета и презентации, выбирать ракурс, отображать сборку и демонстрировать ключевые элементы конструкции.
Итого по разделу		6		
Резервное время		2		
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		34		

