

УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ АДМИНИСТРАЦИИ
ГУБКИНСКОГО ГОРОДСКОГО ОКРУГА
МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС «СТАРТУМ»
ГОРОДА ГУБКИНА БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Принята на заседании
педагогического совета
от «29» 08 2025г.
Протокол № 1

УТВЕРЖДАЮ
Директор МБОУ «ОК «СтартУМ»
Т.В. Солдатова
Приказ от «29» 08 2025 г. № 858



ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА

«3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ В САПР»

Направленность: техническая
Возраст обучающихся: 13-14 лет
Срок реализации: 1 год
Уровень программы: базовый

Автор-составитель:
Тишина Елизавета Юрьевна,
педагог дополнительного образования

Губкин, 2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Пояснительная записка

Направленность дополнительная общеобразовательной
общеразвивающей программы
Характеристика обучающихся по программе
Актуальность
Новизна
Основные особенности программы
Формы и технологии образования детей
Объем и срок реализации программы
Режим занятий
Календарный учебный график

2. Обучение

Цель и задачи обучения
Учебный план
Содержание учебного плана
Планируемые результаты

3. Воспитание

Цель, задачи, целевые ориентиры воспитания детей
Формы и методы воспитания
Условия воспитания, анализ результатов
Календарный план воспитательной работы

4. Организационно-методические условия реализации программы

Методические материалы
Оценочные материалы
Материально-техническое обеспечение программы

5. Информационное обеспечение

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «3D-моделирование в САПР» разработана на основе образовательной программы МБОУ «ОК «СтартУМ» СП ДО «Станции юных техников» и реализуется на базе центра цифрового образования детей «ИТ-куб». Её создание продиктовано задачами федерального проекта «Кадры для цифровой экономики»: формирование у школьников компетенций, востребованных в цифровой экономике, и ранняя профориентация в технических и креативных профессиях.

Направленность дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы – техническая

Характеристика обучающихся по программе: программа разработана с учетом возрастных особенностей детей, и рассчитана на обучающихся 13-14 лет проявляющих интерес к информационным технологиям и техническому творчеству. Для успешного освоения программы достаточно базового уровня компьютерной грамотности (умение работать с ПК, клавиатурой, мышью). Специальных предварительных знаний в области 3D-моделирования не требуется.

Выбор возрастной группы 13-14 лет обоснован комплексом физиологических, психологических и образовательных факторов.

В этом возрасте у подростков активно формируется абстрактное и пространственное мышление, но снижается мотивация к чисто учебной деятельности. Учеба «для себя» уходит на второй план, уступая место желанию «сделать крутой проект», который будет виден и оценен. Поэтому программа строится на практическом результате: напечатанная на 3D-принтере деталь, работающий механизм. Это дает немедленное подкрепление и чувство «взрослости».

Актуальность. Технологии 3D-моделирования и САПР активно внедряются в промышленность, дизайн, архитектуру, инженерию и другие сферы. Освоение этих инструментов даёт обучающимся конкурентное преимущество и помогает раньше сверстников погрузиться в востребованные профессии (инженер-конструктор, промышленный дизайнер, специалист по аддитивным технологиям). Программа напрямую поддерживает цель федерального проекта «Кадры для цифровой экономики» - формирование компетенций, необходимых для работы с современными цифровыми инструментами.

Программа учитывает специфику Губкина как центра горнорудной промышленности: навыки 3D-моделирования, работы с чертежами в соответствии с ЕСКД и подготовки моделей к производству, которые осваивают обучающиеся, востребованы как на ведущих предприятиях города - Лебединском ГОКе и «КМАруда», так и при дальнейшем обучении в Губкинском горно-политехническом колледже. Это позволяет решать актуальную задачу ранней профориентации и формирования цифровых компетенций в условиях Губкина. Проекты ребят не только соответствуют реальным производственным требованиям, но и находят практическое применение - становятся учебными пособиями и макетами для школьных кабинетов физики, технологии и математики, а также достойно представляют город на муниципальных конкурсах и выставках Станции юных техников.

Новизна программы заключается в интеграции регионального компонента: все проекты обучающихся разрабатываются на основе реальных технических заданий от предприятий – партнеров (АО «КМАруда», ОАО «Лебединский ГОК) или для нужд муниципальных учреждений (изготовление макетов для школьных кабинетов физики и технологии). Это обеспечивает прямую связь обучения с потребностями рынка труда города Губкина.

Основные особенности программы. В процессе обучения дети развивают пространственное и абстрактное мышление, учатся анализировать задачу, планировать последовательность действий, искать и структурировать информацию.

Программа строится так, чтобы ребёнок сразу видел смысл в изучении инструментов: создал модель, оформил чертёж, подготовил файл для 3D-печати и получил физический прототип. Такой подход поддерживает мотивацию: теория закрепляется на деле, а результат можно использовать в школьных или проектных задачах.

3D-моделирование в САПР естественным образом связывает несколько школьных предметов: информатику (алгоритмы, работа с ПО), математику (геометрия, пространственные отношения), физику (свойства материалов, статика), черчение. Это помогает сформировать у обучающихся целостное представление о том, как знания из разных областей применяются в решении инженерной задачи.

Полученные навыки становятся прочной базой для продолжения образования по техническим специальностям, участия в профильных конкурсах, чемпионатах (например, «Профессионалы») или работы над собственными инновационными проектами.

Уровень освоения программы – базовый. Базовый уровень не означает «простой»: он предполагает формирование устойчивых практических навыков для решения типовых инженерных задач. Это полностью соответствует логике федерального проекта «Кадры для цифровой экономики»: дать школьникам прикладные цифровые компетенции, которые можно сразу применять в проектной деятельности (в том числе в школьных и внешкольных конкурсах, на СЮТ, в «IT-кубе» и т.д.).

Программа разработана в соответствии с:

Законом РФ «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ

Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам (утв. Приказ Минпросвещения России от 27.06.2022 г. №629)

Концепцией развития дополнительного образования детей до 2030 года. (Утверждена распоряжением Правительства РФ 31 марта 2022 года №678-р).

Постановлениями Главного государственного санитарного врача РФ от 28 сентября 2020 г. № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи», от 28.01.2021 №2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические

нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

Приказом Минтруда России от 22.09.2021 №652н «Об утверждении профессионального стандарта «Педагог дополнительного образования детей и взрослых».

Объем и срок реализации программы

Срок реализации программы: 1 год, 144 академических часа.

Набор в группу осуществляется на добровольной основе. Количество обучающихся – 12 человек. Группа формируется из обучающихся 13-14 лет без предварительного отбора, при наличии справки о состоянии здоровья (допуск к работе за ПК)

Режим занятий

Группа занимается 2 раза в неделю по 2 академических часа с перерывом в 10 минут (для обязательного проветривания кабинета и смены вида деятельности детей - зарядка, разминка, игра), всего 4 часа в неделю в соответствии с требованиями СанПин.

Календарный учебный график

Год обучения	Дата начала обучения по программе	Дата окончания обучения по программе	Всего учебных недель	Количество учебных занятий	Режим занятий
1	01.09	29.05.	36	72	2 раза в неделю по 2 часа

2. ОБУЧЕНИЕ

Цель программы: сформировать у обучающихся базовые навыки 3D-моделирования в САПР, необходимые для решения прикладных инженерных задач, и способствовать ранней профориентации в профессиях в сфере цифровой экономики.

Задачи:

Обучающие:

Сформировать понимание принципов работы в САПР (на примере отечественного ПО КОМПАС-3D) и освоить базовый инструментарий: операции выдавливания, вращения, булевы операции, работу с массивами, фасками и скруглениями.

Научить создавать 3D-модели средней сложности по эскизу, чертежу или референсу, а также выполнять сборку узлов из нескольких деталей с наложением сопряжений.

Сформировать навыки оформления конструкторской документации: построение ассоциативных чертежей по 3D-модели, нанесение размеров и обозначений в соответствии с требованиями ЕСКД.

Обучить подготовке модели к физическому прототипированию: проверке геометрии на ошибки, экспорту в нужный формат, базовым настройкам в слайсере для 3D-печати.

Раскрыть связь компетенций программы с реальными производственными задачами на предприятиях Губкинского округа (Лебединский ГОК, АО «КМАруда») и требованиями к подготовке специалистов в Губкинском горно-политехническом колледже.

Развивающие:

Развить у обучающихся способность проектировать собственную карьерную траекторию на основе погружения в практику предприятий (экскурсии, кейсы, лекции) и отработки навыков публичного представления результатов своего труда (выставки, конкурсы)

Развить пространственное и техническое мышление, способность переходить от плоского чертежа/эскиза к объёмной модели и обратно.

Развить навыки поиска и анализа информации: подбор референсов, сравнение способов построения одной и той же детали, выбор оптимального метода моделирования.

Стимулировать креативность в рамках технического задания: поиск нестандартных решений при соблюдении требований к прочности, технологичности и эргономике.

Воспитательные:

Формирование культуры профессиональной деятельности и проектной работы: прививать навыки аккуратного хранения файлов, соблюдения версионности и стандартов оформления; формировать привычку к эффективному командному взаимодействию как неотъемлемой части профессиональной этики.

Формирование ответственного отношения к результату труда: воспитывать привычку тщательно проверять модель перед сдачей, использовать чек-листы качества и учитывать производственные ограничения (например, специфику 3D-печати), что является основой профессиональной добросовестности.

познакомить с профессиями цифровой экономики, связанными с проектированием и моделированием (инженер-конструктор, промышленный дизайнер, специалист по аддитивным технологиям, CAD-инженер),

Учебный план

№ п/п	Разделы	Количество часов			Формы аттестации (контроль)
		Всего часов	Теория	Практика	
1.	Вводное. 3D-моделирование в цифровой экономике: от идеи до продукта. Жизненный цикл проекта и понятие ТЗ.	4	2	2	Опрос, практическая работа
2.	Интерфейс, рабочие среды, трехмерное пространство. Вводное проектное задание «Настройка среды под проект»	12	2	10	Практическая работа
3.	Плоские чертежи и эскизы с использованием прямолинейных примитивов. Проектная задача	10	2	8	Опрос, практическая работа, самооценка
4.	Плоские чертежи и эскизы с криволинейными элементами и сопряжениями.	12	4	8	Опрос. Практическая работа
5.	Базовые 3D-операции: выдавливание, вращение, создание массивов.	14	4	10	Практическая работа "Моделирование детали по чертежу от АО «КМАруда»
6.	Сборка деталей в КОМПАС 3D. Проектная задача	12	4	8	Практическая работа
7.	Построение тел вращения	12	4	8	Опрос, практическая работа
8.	Пространственные кривые и кинематические элементы.	14	4	10	Опрос, практическая работа
9.	Сечения. Построение детали по сечениям. Проектная задача	14	4	10	Опрос, практическая работа
10.	Листовые детали. Особенности работы с ними.	8	4	4	Опрос, самооценка
11.	Подготовка моделей к аддитивному производству и 3D-печать. Проектная задача	20	4	16	Опрос, практическая работа
12.	Разработка и защита итогового проекта	12	4	8	Защита проекта
	Итого	144	42	102	

Содержание программы

1. Вводное. 3D-моделирование в цифровой экономике: от идеи до продукта. Жизненный цикл проекта и понятие ТЗ. (4 ч.).

Теория: что входит в цифровую экономику (цифровые технологии, данные, онлайн-сервисы, автоматизация). Как 3D-моделирование меняет производство (аддитивные технологии, прототипирование), дизайн, архитектуру, игровую индустрию.

Цифровая экономика меняет требования к профессиям. Будущее за гибридами (инженер+программист+менеджер).

Практика: Разбор реального ТЗ от АО «КМАруда» (создание макета конвейерного ролика) или от школы (изготовление макета детали для кабинета физики).

Начало проектной деятельности: составление упрощенного эскиза детали, формулировка первых вопросов к «заказчику». Создание простейшей модели (например, логотипа или брелока) для понимания связи «идея -> 3D-модель».

2. Интерфейс, рабочие среды, трехмерное пространство. (12 ч.)

Теория. Основные компоненты системы и настройки. Особенности и ключевые моменты настройки системы при работе с КОМПАС- 3D. Отличия версий. Интерфейс КОМПАС- 3D.

Практика. Настройка интерфейса КОМПАС- 3D и его основные параметры и панели. Типы рабочих документов и их основные настройки. Понятие рабочих документов, отличия чертежа от детали и сборки, их настройки, основные параметры каждого из них.

Проектное задание: Создание, именование и сохранение рабочей папки для своего проекта. Настройка шаблона документа «Деталь» с учетом будущего проекта.

3. Плоские чертежи и эскизы с использованием прямолинейных примитивов. (10 ч.)

Теория. Алгоритм построения простых 2D объектов. Понятие Вид рабочей области и вкладка геометрия. Команды, которые сопровождают процесс создания любой 2D детали, такие как: обрезка, угловое редактирование, дополнительные построения. Использование прикладных библиотек. Понятие библиотеки готовых элементов, использование её в работе. Дополнительные атрибуты чертежа. Пакет инструментов для внесения на чертеж всей сопроводительной атрибутики, такой как разрезы, база, допуски и т.п.

Практика. Построение простых объектов. Редактирование отрисованных элементов. Компонировка чертежа. Перемещение видов по листу чертежа для его последующего равномерного заполнения пространства.

Проектная интеграция: Каждое практическое занятие заканчивается применением изученного инструмента к детали из собственного проекта. Например, при изучении операции «Выдавливание» обучающиеся моделируют первую часть своего макета. Это переводит учебные задачи в прикладное русло.

4. Плоские чертежи и эскизы с криволинейными элементами и сопряжениями. (12 ч.)

Теория. Виды и масштабы. Описание понятия виды частей чертежа, рассматривается тема масштабы, и её использование в Компас 3D для черчения в различных масштабах. Абсолютные координаты. Принцип использования координат в программах векторной графики и практическое применение темы координаты в КОМПАС- 3D. Касательные построения и усечения. Понятие образмеривание, заполнения таблицы основной надписи, внесение сортаментов.

Практика. Построение проектировочных элементов, в которых система создает связи между объектами через системы касательных. Окончательное оформление чертежа.

5. Базовые 3D-операции: выдавливание, вращение, создание массивов. (14 ч.)

Теория. Алгоритм построения простой детали. Понятие третьей пространственной оси, понятие эскиза и отстраивается простой 3D объект. Привязки. Основные и вспомогательные линии. Понятие привязок, вспомогательных линий. Наклонные отрезки. Углы. Проекционные связи.

Практика. Третий вид по двум видам и ребро жесткости в Компасе. Три проекции геометрического тела. Профильный разрез детали. Соединение части вида и части разреза. Фронтальный разрез детали. Ассоциативный чертеж пирамиды и призмы по 3d модели, проекции точек. Ассоциативные чертежи цилиндра и конуса, проекции точек.

6. Сборка деталей в КОМПАС 3D. (12 ч.)

Теория. Сборка в Компас 3d. Построение резьбы. Резьбовые соединения деталей. Создание сборки в Компасе.

Практика. Разнесение сборки модели. Создание сечения сборки модели. Создание имитации разборки-сборки.

Проектная работа: Сборка всех ранее смоделированных деталей в единый узел. Проверка сопряжений, выявление ошибок (пересечения геометрии, зазоры). Создание первой версии сборочного чертежа для анализа проекта.

7. Построение тел вращения (12 ч.)

Теория. Понятие тела вращения. Особенности построения эскиза и формирования понимания процесса вращения этого эскиза. Касательные плоскости. Понятие дополнительных плоскостей, удаленных и развернутых от базовых на определенное расстояние.

Практика. Создание эскиза и построение тел вращения.

8. Пространственные кривые и кинематические элементы (14 ч.)

Теория. Пространственные ломаные. Их эскизы и построения. Понятие вид пространственных линий, их построение, отслеживание, построение и редактирование промежуточных точек этой линии

Практика. Создание кинематического элемента. Построение кинематики на отрисованную пространственную линию, подгонки узлов этого элемента и его последующее редактирование.

9. Сечения. Построение детали по сечениям. (14 ч.)

Теория. Смещенные плоскости и построения на них. Понятие дополнительных смещенных плоскостей и особенности построения эскизов на них. Элементы сечений.

Практика. Построение операции сечения по построенным заранее сечениям.

Проектная задача: Применение этих операций для доработки или создания сложных частей своего проекта.

10. Листовые детали. Особенности работы с ними. (8 ч.).

Теория: «Понятие листового тела, параметрические настройки толщины и радиуса сгиба. Инструменты работы: Сгиб, Вырез, Буртик, Пазы. Особенности развертки».

Практика: «Создание корпуса, лотка или кронштейна из листового материала. Построение развертки».

11. Подготовка моделей к аддитивному производству и 3D-печать (20 ч.).

Теория. Изучение правил ТБ при работе с 3-D принтером. Изучение основ 3-D печати. Изучение устройства 3-D принтера. Изучение материалов, используемых в 3-D печати. Конвертация файла с формата STL в формат G-code с необходимыми настройками. 3-D печать.

Практика. Изучение основ 3-D печати. Изучение устройства 3-D принтера. Изучение материалов, используемых в 3-D печати. Конвертация файла с формата STL в формат G-code с необходимыми настройками. 3-D печать.

Калибровка стола, замена сопла, печать пробных деталей, анализ ошибок при печати (недопечатать, отслоение, натяжение пластика).

Проектная работа: Если ТЗ проекта подразумевает листовые детали (корпус), обучающиеся их создают. Финальный этап: проверка геометрии моделей, конвертация в STL, настройка в слайсере, запуск печати, постобработка (удаление поддержек, шлифовка).

12. Разработка и защита итогового проекта (12 ч.).

Теория: Выбор темы и постановка ТЗ (совместно с «заказчиком» - школой, музеем, предприятием). Анализ аналогов. Планирование работ.

Практика: Создание 3D-модели. Разработка сборки (при необходимости). Оформление чертежей. Подготовка к печати и постобработка. Подготовка презентации и пояснительной записки.

1. Итоговое занятие: Публичная защита перед комиссией (педагоги, представители предприятий-партнеров). Демонстрация напечатанного прототипа.

Планируемые результаты

Предметные результаты

К концу программы обучающийся будет:

Знать:

основные понятия 3D-моделирования и САПР: эскиз, операция, тело, поверхность, сборка, сопряжение, параметризация;

интерфейс и логику работы выбранной САПР (КОМПАС-3D): панели инструментов, привязки, слои, история построения, библиотеки;

базовые формообразующие операции: выдавливание, вращение, по траектории, по сечениям, булевы операции (объединение, вычитание, пересечение);

правила оформления конструкторской документации по ЕСКД: виды, разрезы, сечения, нанесение размеров и допусков, заполнение основной надписи;

принципы подготовки модели к аддитивному производству: форматы файлов (STL, STEP), проверка геометрии, поддержка, ориентация модели, настройки слайсера.

Уметь:

уметь решать прикладные задачи, аналогичные тем, что стоят перед конструкторами на предприятиях Губкинского округа (создание макетов оборудования, деталей по эскизам);

создавать 3D-модели деталей средней сложности по эскизу, чертежу или референсу;

~ выполнять сборку из 3-5 деталей с наложением сопряжений (совпадение, параллельность, концентричность и т.п.);

~ строить ассоциативные чертежи по 3D-модели, наносить размеры и обозначения, оформлять лист по стандартам;

~ проверять модель на ошибки (пересекающиеся грани, незамкнутые контуры), экспортировать в нужный формат, настраивать базовые параметры печати в слайсере;

~ работать с библиотеками стандартных изделий и типовыми элементами (фаски, скругления, массивы).

Владеть:

~ навыками аккуратной организации файлов: версионность, понятные имена, папки по проектам, резервное копирование;

~ чек-листами контроля качества модели и чертежа перед сдачей/печатью;

~ приёмами поиска и анализа референсов, сравнения способов моделирования одной и той же детали.

Практический итог (измеримый результат): каждый обучающийся защищает итоговый проект, который включает: 3D-модель, сборочный узел (если применимо), комплект чертежей по ЕСКД, файл для печати (STL/STEP) и краткую пояснительную записку с описанием назначения изделия и принятых технических решений. Такой результат легко показать на конкурсах, в отчётах и на выставках СЮТ.

Метапредметные результаты (универсальные навыки)

~ Обучающийся научится:

~ Планировать и управлять проектом: ставить промежуточные цели, разбивать задачу на этапы (эскиз → модель → чертёж → сборка → печать → доработка), оценивать сроки и ресурсы, вести журнал изменений.

~ Анализировать и выбирать решения: сравнивать несколько способов построения детали, обосновывать выбор операции (выдавливание vs вращение vs по сечениям), учитывать ограничения производства (минимальная толщина стенки, свесы для 3D-печати).

~ Работать с информацией: искать и критически оценивать референсы, читать чертежи и технические описания, использовать обучающие видео и документацию ПО, фиксировать найденные решения в заметках/папке проекта.

~ Кооперироваться и коммуницировать: распределять роли в команде (инженер, технолог, визуализатор, презентатор), давать и принимать конструктивную обратную связь по модели, готовить и защищать проект с опорой на технические аргументы.

~ Самоконтролировать и корректировать: использовать чек-листы, сверяться с ТЗ, находить и исправлять типичные ошибки (незамкнутый контур, пересекающиеся тела, неверные размеры).

Эти компетенции напрямую соответствуют задачам федерального проекта «Кадры для цифровой экономики»: работа с данными, проектное мышление, коммуникация в цифровой среде.

Личностные результаты

Обучающийся:

~ проявит устойчивый интерес к техническому творчеству, инженерному делу и применению цифровых инструментов для решения практических задач;

~ осознает практическую значимость точности и аккуратности в технической работе;

~ сформирует ответственное отношение к результату: привычка проверять работу по критериям, соблюдать стандарты, хранить и передавать файлы так, чтобы другой человек мог продолжить работу;

~ получит опыт презентации технического проекта и публичного выступления, научится объяснять сложные вещи простым языком и отвечать на вопросы комиссии;

~ будет уважительно относиться к интеллектуальному труду: соблюдать правила цитирования референсов, не присваивать чужие модели, корректно указывать авторство в описании проекта.

3. ВОСПИТАНИЕ

Цель: воспитание ответственного, технически грамотного и мотивированного на саморазвитие инженера-конструктора, готового к работе в команде и осознанному профессиональному выбору

Задачи:

~ Воспитывать ответственность за качество и сроки выполнения работы.

~ Формировать коммуникативную культуру (умение работать в команде, давать/принимать обратную связь, вести диалог).

~ Развивать навыки самоорганизации и самоконтроля.

~ Стимулировать профессиональное самоопределение через погружение в реальные инженерные задачи и знакомство с предприятиями.

~ Формировать уважение к труду и понимание социальной значимости инженерных профессий.

Основные формы воспитательной работы:

Учебное занятие выступает основной формой воспитания. Воспитательный компонент дополнительно реализуется через:

Проектная деятельность с реальным результатом. Каждый проект завершается созданием физического прототипа (3D-печать) и актом приёмки работ, что формирует ответственность за конечный продукт.

Профориентационные мероприятия. Экскурсии на градообразующие предприятия (АО «Лебединский ГОК», АО «КМАруда»), встречи со специалистами, решение кейсов от партнёров.

Наставничество «ученик+ученик». Старшие и более опытные обучающиеся помогают новичкам, развивая навыки эмпатии, терпения и умения объяснять.

Условия воспитания:

Личный пример педагога (требовательность к себе и аккуратность).

Доброжелательная атмосфера в коллективе, исключая критику личности, но допускающая критику работы.

Чёткая система поощрений (дипломы за лучший проект, грамоты за наставничество).

Анализ результатов воспитания:

Воспитательные эффекты оцениваются не на основе тестов, а через наблюдение и анализ продуктов деятельности:

Косвенные показатели: Соблюдение сроков, качество оформления файлов (версионность, аккуратность), характер общения в группе.

Прямые показатели:

Участие в конкурсах и выставках (количество участников, призовые места).

Положительные отзывы от предприятий-партнёров по итогам экскурсий и кейсов.

Доля обучающихся, выразивших желание продолжить обучение в техническом колледже/вузе.

Инструмент сбора данных:

Анкетирование удовлетворённости родителей и обучающихся в конце года, рефлексивные карточки после каждого крупного проекта («Что я понял про профессию инженера?», «Что было самым сложным в команде?»).

Календарный план воспитательной работы

№ п/п	Название события, мероприятия	Сроки	Форма проведения	Практический результат и информационный продукт
1.	Экскурсия в Губкинский горно-политехнический колледж	10-15 сентября	Экскурсия, встреча со студентами колледжа	Фотоматериалы, отзывы обучающихся
2.	Посвящение в наставники (формирование пар «ученик+ученик»)	20-30 сентября	Организационное собрание, подписание соглашений	Список наставников, протокол собрания, фото пар
3.	Промежуточный смотр наставнических пар	декабрь	Внутренний конкурс «Лучший наставник»	Фото, анкеты обратной связи от наставляемых
4.	Хакатон «Юный инженер» (профориентационный модуль)	март-апрель	Решение кейса от предприятия-партнёра в смешанных командах	Чертёж/модель, презентация, фото, отзыв партнёра
5.	Мини-выставка проектов	15-25 апреля	Мини-выставка проектов по кейсам АО «КМАруда» с приглашением специалистов предприятия	Фотоматериалы
6.	Акция «Помоги школе» (трудовое	апрель-май	Изготовление недостающих	Акт приёмки работ, фото готовых изделий

	воспитание)		деталей/макетов по заказу школы	
7.	Экскурсия на АО «Лебединский ГОК»	25-29 мая	Встреча со специалистами предприятия	Фотоматериалы

4. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Методические материалы

В программе используются следующие формы организации учебной деятельности:

Фронтальная. Применяется на этапе объяснения нового материала, разбора типовых ошибок, демонстрации интерфейса САПР и показа приёмов моделирования на экране (проектор/интерактивная панель).

Групповая. Используется при выполнении проектных задач, сборке узлов из нескольких деталей, распределении ролей (инженер, технолог, визуализатор, презентатор). Размер группы – 4-6 человек, чтобы каждый имел чёткую зону ответственности и возможность практической работы за ПК.

Парная. Применяется для взаимного рецензирования моделей: обучающиеся проверяют геометрию и соответствие ТЗ по чек-листу, дают конструктивную обратную связь. Это развивает навыки коммуникации и критического анализа - ключевые компетенции цифровой экономики.

Индивидуальная. Основной формат для освоения инструментов САПР: каждый обучающийся выполняет собственные задания, педагог проводит короткие индивидуальные консультации (по 3-5 минут) по ходу занятия.

Внеаудиторная (самостоятельная работа). Поиск референсов, изучение видеоуроков, подготовка материалов для презентации, работа с облачными папками и версионностью файлов. Объём самостоятельной работы ограничен и чётко нормирован (не более 30-40% от аудиторного времени), с обязательным контролем на следующем занятии.

Выездные и виртуальные формы. Виртуальные экскурсии на предприятия, знакомство с реальными кейсами применения САПР; при наличии партнёрств - выездные занятия или гостевые лекции специалистов.

Педагогические технологии

Проектная технология. Вся программа построена как последовательность мини-проектов, завершающихся осязаемым результатом: 3D-модель, сборочный чертёж, файл для печати. Итоговый проект включает полный цикл: постановка задачи → эскиз/референсы → моделирование → чертёж → сборка → презентация. Это напрямую поддерживает логику «Кадры для цифровой экономики»: формирование прикладных навыков и готовности к решению реальных задач.

Кейс-технология. Разбор типовых производственных ситуаций: «в модели есть пересекающиеся грани - почему это ошибка для 3D-печати и как исправить», «нужно сделать 10 одинаковых отверстий - какой инструмент выбрать и почему». Кейс даёт быстрый переход от теории к практике.

Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ). Использование САПР (КОМПАС-3D или аналог), слайсеров, облачных сервисов для хранения

и передачи файлов, средств видеофиксации этапов работы (короткие скринкасты для портфолио).

Здоровьесберегающие технологии. Соблюдение режима зрительной нагрузки: чередование работы за компьютером с разбором чертежей на бумаге, физкультминутки, динамические паузы.

Методы обучения

Для достижения целей программы и с учетом возрастных особенностей обучающихся (13–14 лет) используются следующие методы обучения, обеспечивающие переход от репродуктивной деятельности к продуктивной (проектной):

Объяснительно-иллюстративный (информационно-рецептивный). Применяется на этапе знакомства с новым инструментом или операцией в САПР. Педагог демонстрирует последовательность действий на экране (проектор/интерактивная панель), комментируя каждый шаг. Обучающиеся наблюдают и фиксируют алгоритм. Этот метод является базовым для формирования первичных умений.

Пример: демонстрация построения тела вращения с объяснением, почему эскиз должен быть замкнутым и где проходит ось.

Репродуктивный. Предполагает выполнение заданий по образцу или четкой инструкции. Обучающиеся воспроизводят показанный алгоритм на своей модели, закрепляя навык. Метод эффективен для отработки типовых операций (фаски, скругления, булевы операции) до уровня автоматизма.

Пример: Создание детали «Втулка» по пошаговому алгоритму (выдавливание → отверстие → фаска → скругление).

Частично-поисковый (эвристический). Педагог ставит задачу, но не дает полного алгоритма. Обучающиеся самостоятельно выбирают инструменты, параметры и способы достижения результата, сравнивают варианты и обосновывают выбор. Развивает вариативность мышления.

Пример: Создайте деталь с 6 отверстиями. Каким способом построить массив быстрее: по концентрической сетке или по декартовой сетке? Обоснуйте выбор.

Проблемно-исследовательский. Создается учебная проблема или производственная ситуация, требующая поиска нестандартного решения. Обучающиеся анализируют условие, выдвигают гипотезы, проверяют их на модели и делают выводы. Метод стимулирует развитие инженерного мышления.

Пример: На модели есть пересекающиеся грани. Почему это критично для 3D-печати? Предложите 2 способа исправления.

Метод проектов (с элементами кейс-технологии). Комплексный метод, объединяющий предыдущие. Включает полный цикл: от получения технического задания (в том числе от предприятий-партнеров) до презентации готового изделия (3D-модель + чертеж + файл для печати). Реализуется в индивидуальной или групповой форме.

Пример: создание макета детали для школьного кабинета физики по ТЗ учителя.

Оценочные материалы

В основе системы оценки - уровневый подход. Он позволяет видеть, на каком этапе освоения навыков находится ребёнок, и вовремя корректировать обучение с учётом возрастных особенностей (13-14 лет): в этом возрасте особенно важны наглядность, понятные критерии и регулярная позитивная обратная связь.

Предмет оценки - знания по 3D-моделированию и работе в САПР

Уровни освоения знаний:

Минимальный уровень: ребёнок освоил менее 50 % объёма знаний. Путается в базовых терминах, не различает типы документов в КОМПАС-3D, выполняет действия только по прямой инструкции педагога.

Средний уровень: усвоено от 50 до 80 % знаний. Ориентируется в интерфейсе, различает «Деталь», «Сборку», «Чертеж», знает основные команды, но может ошибаться в тонкостях (например, в порядке операций или настройках).

Максимальный уровень: освоено от 80 до 100 % знаний. Уверенно называет и применяет термины, объясняет, чем отличаются типы документов и зачем нужна параметризация, может подсказать однокласснику простой шаг.

Оценочные материалы: тесты, экспресс-опросы, карточки с заданиями.

Примеры тестовых заданий (в игровой форме):

«Найди пару»: соотнеси название документа и его назначение:

«Деталь» - для 3D-модели одной части;

«Сборка» - чтобы собрать несколько деталей вместе;

«Чертеж» - чтобы оформить вид и размеры по правилам;

«Фрагмент» - для эскизов и заготовок без оформления.

«Порядок действий»: расставь этапы создания детали по порядку: выбрать плоскость → сделать эскиз → поставить размеры → выполнить операцию (выдавить/вращать) → проверить модель.

«Выбери верное»: отметь правильные утверждения про интерфейс:

- ~ компактная панель - это быстрые кнопки для текущей задачи;
- ~ дерево построения - это список шагов, из которых состоит модель;
- ~ панель свойств - здесь вводят размеры и параметры.

Примеры проверочных вопросов (с опорой на практику):

Объясни простыми словами, зачем нужно, чтобы в дереве построения операции шли в правильном порядке. Приведи пример: что будет, если сначала сделать отверстие, а потом вытянуть деталь?

Расскажи, чем эскиз отличается от готовой 3D-детали. Покажи на примере своей работы.

Представь, что ты объясняешь другу, который никогда не работал в КОМПАС-3D, как начать строить простую деталь. Напиши 4–5 коротких шагов.

Предмет оценки - умения в 3D-моделировании и работе в КОМПАС-3D

Уровни освоения умений:

Минимальный уровень: менее 50 % умений. Выполняет простые действия только под контролем педагога, часто просит повторить инструкцию.

Средний уровень: 50-80 % умений. Самостоятельно строит типовые детали, справляется с базовыми операциями, но при усложнении задачи просит помощи.

Максимальный уровень: 80-100 % умений. Уверенно строит детали и простые сборки, сам исправляет мелкие ошибки, помогает другим в типовых ситуациях.

Оценочные материалы: практические задания, проектные мини-задачи, самооценка, наблюдение.

Примеры практических заданий (по возрастающей сложности):

Базовый уровень: по образцу построить простую деталь (например, кубик с пазом или подставку) и оформить один вид на чертеже.

Средний уровень: по картинке и размерам сделать деталь с 2-3 операциями (выдавливание + отверстие + скругление), правильно назвать файлы и сохранить в нужную папку.

Продвинутый уровень: собрать из 3-4 деталей простую конструкцию (например, держатель), наложить сопряжения, проверить, чтобы детали не пересекались, и подготовить спецификацию.

Примеры взаимооценки (в дружелюбной форме):

Дети оценивают работу друг у друга по 3-балльной шкале (1 - надо помочь, 2 - в целом хорошо, 3 - всё понятно и аккуратно) по простым критериям:

- ~ модель похожа на задание, нет грубых ошибок;
- ~ дерево построения понятное, операции названы понятно;
- ~ чертеж оформлен аккуратно, есть размеры и виды.

После оценки каждый кратко говорит 1 позитивное замечание и 1 совет («Мне понравилось, как ты сделал скругления», «Можно переименовать операции, чтобы было понятнее»).

Пример наблюдения (таблица для педагога):

Ф.И.О. обучающегося	Выбирает плоскость и делает эскиз без ошибок	Выполняет операции и проверяет модель	Оформляет чертеж по образцу	Ставит размеры и связи уверенно	Объясняет однокласснику 1 шаг
	1–3	1–3	1–3	1–3	1–3

Предмет оценки - креативное и инженерное мышление

Уровни развития:

Начальный (элементарный): ребёнок делает строго по образцу, не предлагает свои варианты.

Репродуктивный: уверенно повторяет знакомые решения, может немного изменить параметры (размер, цвет, форму), но не меняет суть конструкции.

Творческий: предлагает 1-2 собственных варианта, объясняет, почему выбрал именно так, учитывает простые ограничения (например, «чтобы держалось» или «чтобы влезло в коробку»).

Оценочные материалы: проектные кейсы, наблюдение, короткие рефлексивные карточки.

Примеры кейсов:

«Сделай лучше»: дана простая модель подставки. Задача - улучшить её: сделать устойчивее, добавить отверстие для кабеля или сделать разборной. Ребёнок рисует 2 варианта и кратко объясняет плюсы.

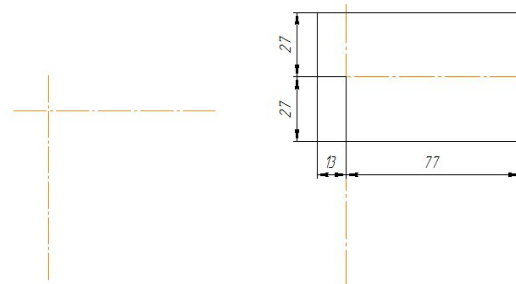
«Собери из деталей»: из набора простых фигур собрать конструкцию по условию (например, «мост длиной не меньше 100 мм, который выдержит кубик»). Оценивается количество вариантов, логика выбора, умение объяснить решение.

Пример выполнения кейса

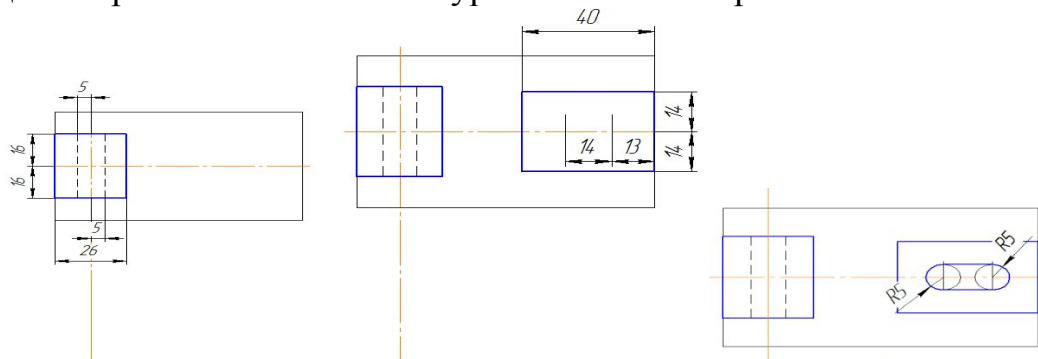
Кейс «Деталь. Вал»

Выполнение.

Первым шагом наносим осевые линии, затем отступаем от горизонтальной осевой вверх 27 мм и вниз 27 мм, от вертикальной осевой влево 13 мм и вправо 77 мм, чертим прямоугольник тонкой сплошной линией.

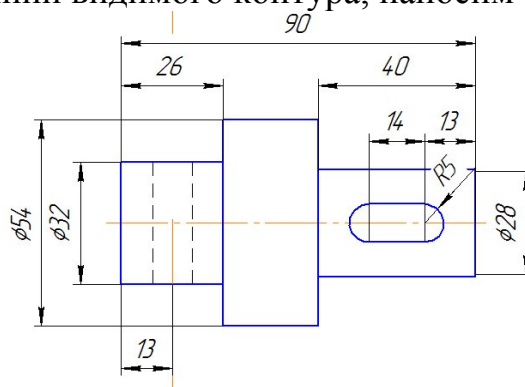


Отступаем от горизонтальной осевой 16 мм вверх и 16 мм вниз. От левой крайней линии внутрь прямоугольника отступаем 26 мм, чертим линию видимого контура. От вертикальной осевой отступай 5 мм влево и 5 мм вправо, проводим штриховой линией контур сквозного отверстия.



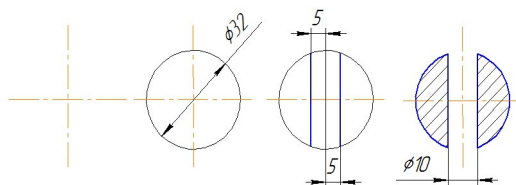
Отступаем от горизонтальной осевой 14 мм вверх и 14 мм вниз. От правой внешней линии внутрь прямоугольника отступаем 40 мм, чертим линию видимого контура. От крайней правой линии внутрь прямоугольника отступаем 13 мм, делаем отметку тонкой сплошной линией, и от нее отступаем влево еще 14 мм

Между двумя частями детали доводим линии до пересечения с внешним прямоугольником и проводим линии видимого контура, наносим размеры по



правилам простановки размеров

Первое сечение выполнено по вертикальной оси симметрии. Это значит, что секущая плоскость проходит по оси симметрии, и обозначать сечение не требуется. Перпендикулярно вертикальной осевой проводим горизонтальную осевую будущего сечения. Циркулем по линейке отмеряем 16 мм и, поставив иглу циркуля на вертикальную ось, выполняем окружность радиусом 16 мм. Внутри окружности от вертикальной оси отступаем 5 мм влево и 5 мм вправо, чертим сквозное отверстие сплошной толстой основной линией. Проставляем размер отверстия. Выполняем штриховку под углом 45° тонкой сплошной линией.



Место второго вынесенного сечения указываем разомкнутой линией, стрелками указываем направление взгляда и буквами А-А даем название. В свободном месте проводим осевые линии, выполняем чертеж окружности диаметром 14 мм. Внутри окружности от горизонтальной оси отступаем вверх и вниз по 5 мм. От точек пересечения полученных линий с окружностью внутрь окружности проводим два отрезка длиной 4 мм. Соединяем края полученных отрезков друг с другом. Проставляем размеры паза. Выполняем штриховку под углом 45° тонкой сплошной линией. Подписываем сечение буквами А-А.

Примеры наблюдения

Педагог наблюдает за действиями детей при выполнении самостоятельной работы в Компас 3D. Свои наблюдения заносит в таблицу.

Ф.И.О. обучающегося	Критерии оценивания от 1 до 3 баллов по 3-бальной шкале		
	Оригинальность идеи	Технологичность решения (можно ли реализовать в САПР и напечатать)	Обоснование выбора.

Предмет оценки - организация рабочего пространства и цифровая гигиена.

Уровни:

Минимальный: не систематизирует файлы, забывает сохранять, путает версии, нуждается в постоянных напоминаниях.

Средний: сохраняет работу, но называет файлы как попало, иногда забывает про резервные копии.

Максимальный: сам создаёт папки, называет файлы по шаблону, регулярно сохраняет промежуточные версии, следит за порядком в дереве модели.

Оценочные материалы: чек-листы, самооценка, наблюдение.

Простой чек-лист самооценки (заполняется в конце занятия):

Критерий	Самооценка	Наблюдение педагога
Создал папку для проекта		
Назвал файл понятно (например, Деталь Подставка V1.m3d)		
Сохранил текущую версию и одну резервную		
В дереве построения операции названы понятно		
Чертеж оформлен по образцу (размеры, виды, рамка)		

Педагог ставит свой комментарий и 1 конкретный совет на следующее занятие.

Предмет оценки - коммуникативные и кооперативные навыки

Уровни:

Минимальный: избегает обсуждения, не умеет задать вопрос по делу, теряется при замечаниях.

Средний: может обсудить задачу, но не всегда аргументирует, иногда перебивает или не слушает.

Максимальный: спокойно объясняет свою идею, слушает других, принимает замечания и предлагает компромисс.

Оценочные материалы: командные мини-проекты, карточки обратной связи, наблюдение.

Пример карточки «Обратная связь в команде» (заполняют все участники):

Что получилось хорошо	Что можно улучшить	Кому хочу сказать «спасибо» и за что

Критерии для наблюдения педагога:

Ф.И.О. обучающегося	Критерии оценивания от 1 до 3 баллов по 3-бальной шкале			
	Умеет сформулировать вопрос по задаче («Где найти эту команду?»)	Объясняет однокласснику 1 простой шаг без сложных терминов	Спокойно реагирует на замечание и пробует исправить	Помогает распределить задачи в паре/группе
	1-3	1-3	1-3	1-3

Предмет оценки - регулятивные действия (самоорганизация)

Уровни:

Минимальный: постоянно забывает этапы, нуждается в пошаговом контроле, не укладывается в срок.

Средний: планирует основные шаги, но ошибается в оценке времени, иногда пропускает этапы.

Максимальный: самостоятельно составляет план, следит за сроками, замечает ошибки и исправляет их.

Оценочные материалы: план-график мини-проекта, самооценка, рефлексия.

Упрощённый план-график:

Этап	Планирую закончить	Готово	Сложность (1–3)	Комментарий
Изучить задание и нарисовать эскиз				
Построить модель в КОМПАС-3D				
Проверить и исправить ошибки				
Оформить чертеж и подготовить отчёт				

В конце занятия ребёнок ставит 1–3 балла по каждому из вопросов:

- ~ я понял, что нужно сделать;
- ~ я следовал плану;
- ~ я сам нашёл и исправил ошибку;
- ~ мне было интересно.

Предмет оценки - социальная роль «наставник»

Уровни:

Минимальный: сам постоянно просит помощи, не готов объяснять.

Средний: может показать 1-2 простых шага, объясняет терпеливо, но не ведёт мини-обучение.

Максимальный: уверенно помогает, подбирает простые слова, предлагает попробовать самому, поддерживает, если не получается.

Оценочные материалы: самооценка, обратная связь от «подопечного», наблюдение.

Простая форма обратной связи:

Критерий	Моя оценка (1–3)	Оценка того, кому помогал (1–3)	Комментарий педагога
Объяснил 1 шаг понятно			
Не делал за другого, а помогал			

разобраться			
Поддержал, если что-то не получалось			
Организовал работу в паре (распределили задачи)			

Способы (инструменты) определения результатов

Текущий контроль – на каждом занятии (опрос, наблюдение).

Промежуточная аттестация – после каждого основного раздела (Раздел 3,4,5 и т.д.). Форма: практическая работа по образцу.

Итоговый контроль – май. Форма: Защита проекта

Для предметных результатов

Чек-листы качества модели. Конкретные пункты: «нет пересекающихся граней», «все контуры замкнуты», «размеры проставлены», «файл экспортирован в STL/STEP», «ориентация модели оптимальна для печати». Это удобно и для педагога, и для ребёнка: сразу понятно, что «не сдано».

Критерии оценки чертежа по ЕСКД. Виды, разрезы, сечения, размеры, допуски, заполнение основной надписи. Можно использовать простой чек-лист с баллами.

Контрольные задания с ограничением по времени. Например: «за 30 минут создать деталь по чертежу, используя не менее 3 разных операций». Показывает автоматизацию навыков.

Тестовые вопросы закрытого и открытого типа. На знание интерфейса, терминов, логики построения, ограничений производства. Полезны для быстрой проверки теории.

Для метапредметных результатов

Карта наблюдений за проектной деятельностью. Педагог отмечает: планирование этапов, поиск информации, выбор решения, исправление ошибок, взаимодействие в команде. Удобно вести в таблице по неделям.

Самооценка и рефлексия. Короткие анкеты в конце модуля: «что получилось лучше всего», «какая задача была самой сложной», «какие инструменты я освоил». Помогает увидеть динамику и сформировать навыки самоконтроля.

Разбор ошибок (мини-разбор на 5-10 минут). Ребёнок показывает, как он нашёл и исправил ошибку в модели. Оценивается не только факт исправления, но и понимание причины.

Для личностных результатов

Дневник проектной работы. Записи о ходе проекта, трудностях, способах их преодоления. По ним видно отношение к делу: аккуратность, настойчивость, готовность дорабатывать.

Оценка участия в командных задачах. Роли в проекте (инженер, технолог, презентатор), распределение обязанностей, соблюдение договорённостей. Фиксируется педагогом и через взаимную оценку участников.

Отзывы и рефлексия после защиты. Что было самым ценным, что хочется улучшить, какие навыкигодились.

Критерии оценки готового проекта.

Название проекта: _____

Автор: _____

Дата: _____

1. Техническая сложность и геометрия (Макс. 5 баллов)

1-2 балла: Простая форма (втулка, пластина, ось), отсутствие мелких деталей.

3-4 балла: Комбинация нескольких форм, есть отверстия, фаски или скругления.

5 баллов: Комбинация 3-4 базовых операций (выдавливание, вращение, по сечениям), элементы листового тела, сложные массивы, правильное наложение сопряжений в сборке.

Оценка: __/5

2. Соответствие теме или чертежу (Макс. 5 баллов)

1-2 балла: Модель отдаленно напоминает заявленную тему.

3-4 балла: Учтены основные пропорции и детали, есть небольшие отклонения.

5 баллов: Полное соответствие референсу, чертежу или ТЗ (техническому заданию).

Оценка: __/5

3. Аккуратность построения и читаемость модели/чертежа (Макс. 5 баллов)

1-2 балла: Модель неряшливая, видны «артефакты» (острые края, торчащие вершины).

3-4 балла: Правильность наложения сопряжений.

5 баллов: Модель выглядит как законченный объект.

Оценка: __/5

4. Оптимизация и работоспособность (Макс. 5 баллов)

1-2 балла: Огромное количество геометрии для простой формы, программа тормозит.

3-4 балла: Умеренное число геометрии, нет явного оверкилла (лишней детализации).

5 баллов: Модель легкая, с правильной сеткой (больше деталей там, где кривизна, меньше - на плоских участках).

Оценка: __/5

5. Защита проекта и презентация (Макс. 5 баллов)

1-2 балла: Автор молчит или не может объяснить, зачем делал.

3-4 балла: Автор отвечает на вопросы, но речь неуверенная.

5 баллов: Автор четко объясняет этапы работы, выбор инструментов и показывает рендер/скриншоты.

Оценка: __/5

Итоговая оценка: __/25

Рекомендация (шкала перевода):

21-25 баллов: Отлично (высокий уровень)
16-20 баллов: Хорошо (средний уровень)
11-15 баллов: Удовлетворительно (базовый уровень)
Менее 10 баллов: Требуется доработка

Материально-техническое обеспечение программы

Оборудование:

Рабочее место педагога в составе:

~ Стационарный компьютер - 1;
~ МФУ – 1.

Рабочее место обучающегося в составе:

~ Стационарный компьютер - 2
~ Ноутбук – 10.

Профессиональное оборудование:

~ 3D принтер профессиональный DESIGNER CLASSIC – 1.

Презентационное оборудование:

~ Интерактивная панель -1.

Дополнительное оборудование:

~ Доска магнитно-маркерная - 1;
~ Флипчарт магнитно-маркерный на треноге – 1;
~ Комплект кабелей и переходников - 1;
~ Комплект комплектующих и расходных материалов – 1.

Мебель:

~ Стол модульный – 12;
~ Стул на металлическом каркасе – 12;
~ Стеллаж офисный – 1;
~ Стол письменный – 1;
~ Кресло офисное – 1.

Программное обеспечение:

~ Операционная система Windows или Linux;
~ Компьютерные программы: КОМПАС 3-D.

5. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Список литературы

1. Зиновьев Д.В. «Основы работы в КОМПАС-3D v21». М.: ДМК Пресс, 2023.
2. Большаков В.П. «КОМПАС-3D для студентов и школьников. Черчение, информатика, геометрия». СПб.: Питер, 2022.
3. Федеральный Закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12. 2012 г. № 273

Интернет источники

<https://kompas.ru/?ysclid=mr0dpoeqjw302477319>
<https://rutube.ru/plst/794147/?ysclid=mr0dsobfiv950674093>
https://kompas.ru/source/info_materials/2020/Азбука%20КОМПАС-3D.pdf?ysclid=mr0eazr0dg947720737

<https://www.minexp.ru/assets/files/GOST/gost-2-109-73/gost-2-109-73.pdf?ysclid=mr0ed4seov579129052>

<https://www.metalloinvest.com/business/mining-segment/lgok/>

<https://metholding.ru/company/factory/ao-kombinat-kma-ruda/?ysclid=mr0ei3nd6g970879939>