

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
«Средняя общеобразовательная школа № 20»

Рассмотрено:
Школьным методическим объединением
Классных руководителей
Протокол №1 от 28.08.2026г

Утверждено:
Приказом директора МБОУ «Средняя
общеобразовательная школа №20»
№51 от 28.08.2026 г.

**Дополнительная общеобразовательная (общеразвивающая) программа
технической направленности
«3D-инженерия»**

Возраст обучающихся: 11-13 лет

Срок реализации программы: 1 год

Автор-составитель программы:
Орлов Евгений Владимирович, педагог дополнительного образования,
Первая квалификационная категория

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Направленность

Программа технической направленности, направленная на формирование базовых компетенций в области 3D-моделирования и аддитивных технологий через работу в системе автоматизированного проектирования КОМПАС-3D LT, подготовку моделей к печати в слайсере Cura и изготовление деталей на 3D-принтере.

Актуальность

Аддитивные технологии и 3D-прототипирование — одни из наиболее востребованных направлений современного производства. Программа знакомит обучающихся 7 класса с полным циклом инженерного проектирования: от эскиза до готовой физической детали. Использование российской САПР КОМПАС-3D LT, бесплатно предоставляемой школам компанией АСКОН, и популярного слайсера Cura формирует практические навыки, востребованные в инженерных и конструкторских профессиях.

Новизна

Программа построена на **сквозном цикле «операция → модель → экспорт → печать»**: каждая изучаемая операция моделирования отрабатывается на конкретной детали, ключевые работы печатаются на 3D-принтере. Обучающиеся видят полный путь от цифровой модели до физического объекта.

Отличительные особенности

- поэтапное изучение всех формообразующих операций КОМПАС-3D LT: выдавливание, вращение, сечение, кинематическая операция, по сечениям;
- изучение дополнительных операций: отверстие, фаска, скругление, массивы, оболочка, уклон, ребро жёсткости;
- работа со вспомогательными плоскостями и режимом сечения модели;
- каждая тема — конкретное действие в программе;
- завершение курса — авторский проект с печатью детали.

Адресат

Обучающиеся 7 класса (12–13 лет), интересующиеся техникой, черчением, компьютерной графикой. Специальной подготовки не требуется. Набор — по заявлению родителей. Наполняемость — 12–15 человек.

Объём и срок освоения

34 учебных часа, 1 год. Занятия 1 раз в неделю по 40 минут (с учётом СанПиН 2.4.3618-20).

Цель: формирование базовых инженерно-конструкторских компетенций обучающихся через освоение 3D-моделирования в КОМПАС-3D LT, подготовку моделей к печати в Cura и изготовление деталей на 3D-принтере.

Обучающие:

- научить создавать эскизы и 3D-модели в КОМПАС-3D LT;
- освоить формообразующие операции: выдавливание, вращение, сечение, кинематическая операция, по сечениям;
- освоить дополнительные операции: отверстие, фаска, скругление, массивы, оболочка, уклон, ребро жёсткости;
- научить экспортировать модели в STL и печатать на 3D-принтере.

Развивающие:

- развивать пространственное и инженерное мышление;
- формировать умение анализировать форму детали и планировать последовательность её создания;
- развивать навык работы с технической документацией.

Воспитательные:

- воспитывать ответственность, аккуратность, культуру труда;
- формировать интерес к инженерно-техническим профессиям;
- развивать целеустремлённость при доводке моделей.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Предметные

Обучающийся будет **знать**:

- интерфейс и основные инструменты КОМПАС-3D LT;
- операции создания эскиза: прямоугольник, окружность, отрезок, многоугольник, размеры, обрезка, скругление, эквидистанта;
- формообразующие операции: выдавливание, приклеивание, вырезание, вращение, кинематическая операция, по сечениям;
- дополнительные операции: скругление, фаска, отверстие, ребро жёсткости, оболочка, уклон грани;
- работу с плоскостями: смещённая плоскость, сечение плоскостью, сечение по эскизу;
- массивы: зеркальный, по сетке, по концентрической сетке;
- формат STL, интерфейс Cura, параметры печати, устройство 3D-принтера.

Обучающийся будет **уметь**:

- создавать эскизы с размерами и ограничениями;
- применять операции выдавливания, вращения, сечения, кинематики, по сечениям;
- применять дополнительные операции: отверстие, фаска, скругление, массивы, оболочка, уклон;
- работать со вспомогательными плоскостями и режимом сечения;
- экспортировать модели в STL;
- настраивать параметры печати в Cura и печатать на 3D-принтере;
- анализировать качество печати и корректировать настройки.

Метапредметные

- анализ формы детали и планирование последовательности операций;
- пространственное мышление — переход от 2D-эскиза к 3D-объекту;
- работа с технической документацией;
- оценка результата и корректировка;
- работа в паре, распределение обязанностей;
- публичная презентация результата.

Личностные

- ответственность за оборудование и результат работы;
- аккуратность при моделировании и печати;
- целеустремлённость при доводке модели;
- интерес к инженерно-техническим профессиям;
- культура технического труда

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№	Название тем	Количество часов			Форма промежуточной (итоговой) аттестации
		Всего	Теория	Практика	
Раздел 1. Введение — 2 ч					
1	Введение. ТБ. Интерфейс КОМПАС-3D LT	1	0,5	0,5	Опрос
2	Документ «Деталь». Плоскости. Ориентация модели	1	0,5	0,5	Практическая работа
Раздел 2. Эскиз и плоские фигуры – 4ч					
3	Эскиз. Прямоугольник и отрезок. Размеры	1	0,5	0,5	Практическая работа
4	Эскиз. Окружность и многоугольник. Параметрический режим	1		1	Практическая работа
5	Редактирование эскиза. Обрезка и скругление в эскизе	1		1	Практическая работа
6	Вспомогательные прямые. Эквидистанта. Построение контура детали	1	0,5	0,5	Практическая работа
Раздел 3. Выдавливание – 4ч					
7	Операция «Выдавливание». Модель бруска	1	0,5	0,5	Практическая работа
8	Приклеить выдавливанием. Добавление элемента	1		1	Практическая работа
9	Вырезать выдавливанием. Создание паза	1	0,5	0,5	Практическая работа
10	Вырезать выдавливанием. Сквозное отверстие	1		1	Практическая работа
Раздел 4. Вращение – 3ч					
11	Операция «Вращение». Осевая линия. Модель цилиндра	1	0,5	0,5	Практическая работа
12	Вращение с тонкой стенкой. Модель стакана	1		1	Практическая работа
13	Вырезать вращением. Внутренний канал	1		1	Практическая работа
Раздел 5. Дополнительная операция – 5ч					
14	Скругление рёбер на 3D-модели	1	0,5	0,5	Практическая работа
15	Фаска на рёбрах и отверстиях	1		1	Практическая работа
16	Операция «Отверстие». Простое и с резьбой	1	0,5	0,5	Практическая работа
17	Ребро жёсткости. Построение и настройка	1		1	Практическая работа
18	Операция «Оболочка». Тонкостенная модель	1		1	Практическая работа
Раздел 6. Сечение и плоскости – 3ч					
19	Смещённая плоскость. Построение на новой плоскости	1	0,5	0,5	Практическая работа
20	Режим сечения модели плоскостью	1	0,5	0,5	Практическая работа
21	Сечение по эскизу. Вырез четверти	1		1	Практическая работа
Раздел 7. Кинематика и сечения – 3ч					
22	Кинематическая операция. Движение по траектории	1	0,5	0,5	Практическая работа

23	Операция «По сечениям». Модель по двум сечениям	1	0,5	0,5	Практическая работа
24	Уклон грани. Коррекция боковых поверхностей	1		1	Практическая работа
Раздел 8. Массивы — 3 ч					
25	Зеркальный массив элементов	1	0,5	0,5	Практическая работа
26	Массив по сетке	1		1	Практическая работа
27	Массив по концентрической сетке	1		1	Практическая работа
Раздел 9. Подготовка к печати — 4 ч					
28	Экспорт модели в STL	1	0,5	0,5	Практическая работа
29	Cura: импорт STL. Настройка толщины слоя и заполнения	1	0,5	0,5	Практическая работа
30	Cura: поддержки, адгезия, расположение на столе	1		1	Практическая работа
31	Печать детали на 3D-принтере	1		1	Практическая работа
Раздел 10. Итоговый проект — 3 ч					
32	Проект: моделирование детали по замыслу	1	0,5	0,5	Защита ТЗ
33	Проект: подготовка в Cura и печать	1		1	Печать
34	Итоговая защита проектов. Аттестация	1		1	Защита
ИТОГО		34	8,5	25,5	

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Раздел 1. Введение (2 часа)

1. Введение. ТБ. Интерфейс КОМПАС-3D LT.

Теория: правила техники безопасности при работе с компьютером и 3D-принтером; понятие САПР; обзор КОМПАС-3D LT; интерфейс — дерево модели, панели инструментов, рабочее поле.

Практика: запуск программы; создание документа «Деталь»; знакомство с интерфейсом.

2. Документ «Деталь». Плоскости. Ориентация модели.

Теория: три координатные плоскости (XY, ZX, ZY); ориентации — изометрия, спереди, сверху; управление отображением — поворот, масштаб, каркас, полутонное.

Практика: переключение плоскостей; вращение модели мышью; смена ориентации.

Раздел 2. Эскиз и плоские фигуры (4 часа)

3. Эскиз. Прямоугольник и отрезок. Размеры.

Теория: режим эскиза; инструменты «Прямоугольник», «Отрезок»; нанесение размеров; привязки; замкнутость контура.

Практика: создание эскиза прямоугольника с размерами; построение отрезков; простановка размеров.

4. Эскиз. Окружность и многоугольник. Параметрический режим.

Теория: инструменты «Окружность», «Многоугольник»; параметрический режим; ограничение горизонтальности и вертикальности; объединение точек.

Практика: создание эскиза с окружностью и многоугольником; наложение ограничений; проверка определённости эскиза.

5. Редактирование эскиза. Обрезка и скругление в эскизе.

Теория: команды редактирования — обрезка, удлинение, скругление углов в эскизе; удаление части объекта.

Практика: редактирование эскиза — обрезка лишних отрезков, скругление углов; создание контура сложной формы.

6. Вспомогательные прямые. Эквидистанта. Построение контура детали.

Теория: вспомогательные прямые; параллельные прямые; эквидистанта контура; деление кривой на равные части.

Практика: построение контура плоской детали с использованием вспомогательных прямых и эквидистанты.

Раздел 3. Выдавливание (4 часа)

7. Операция «Выдавливание». Модель бруска.

Теория: операция выдавливания; выбор эскиза; направление и расстояние; способы — «на расстояние», «через всё», «до объекта».

Практика: создание модели прямоугольного бруска выдавливанием; просмотр в 3D.

8. Приклеить выдавливанием. Добавление элемента.

Теория: операция «Приклеить выдавливанием»; добавление материала к существующей детали; выбор грани для нового эскиза.

Практика: добавление выступа к бруску; создание эскиза на грани; приклеивание.

9. Вырезать выдавливанием. Создание паза.

Теория: операция «Вырезать выдавливанием»; вычитание материала; создание пазов и выемок.

Практика: создание паза в бруске; настройка глубины вырезания.

10. Вырезать выдавливанием. Сквозное отверстие.

Практика: создание эскиза с окружностью на грани; вырезание сквозного отверстия; использование способа «через всё».

Раздел 4. Вращение (3 часа)

11. Операция «Вращение». Осевая линия. Модель цилиндра.

Теория: операция вращения; требования к эскизу — осевая линия стилем «Осевая», контур

не пересекает ось; угол вращения; способ «Сфероид».

Практика: создание эскиза с осевой линией; вращение на 360°; получение цилиндра.

12. Вращение с тонкой стенкой. Модель стакана.

Теория: параметр «Тонкая стенка» в операции вращения; построение полых тел вращения.

Практика: создание эскиза профиля стакана; вращение с тонкой стенкой; получение полой модели.

13. Вырезать вращением. Внутренний канал.

Теория: операция «Вырезать вращением»; создание внутренних полостей вращением.

Практика: создание эскиза профиля канала; вырезание вращением из заготовки.

Раздел 5. Дополнительные операции (5 часов)

14. Скругление рёбер на 3D-модели.

Теория: операция «Скругление»; выбор рёбер; радиус; скругление по касательным рёбрам.

Практика: скругление рёбер бруска; задание радиуса; скругление нескольких рёбер одновременно.

15. Фаска на рёбрах и отверстиях.

Теория: операция «Фаска»; длина и угол фаски; применение на рёбрах и кромках отверстий.

Практика: создание фасок на кромках цилиндра; фаска 45° на отверстиях.

16. Операция «Отверстие». Простое и с резьбой.

Теория: операция «Отверстие»; типы — простое, с зенковкой, резьбовое; параметры — диаметр, глубина, резьба.

Практика: создание глухого отверстия; создание отверстия с резьбой; добавление зенковки.

17. Ребро жёсткости. Построение и настройка.

Теория: операция «Ребро жёсткости»; требования к эскизу; использование инструмента «Спроецировать объект»; параметры сечения.

Практика: создание эскиза ребра; спроецирование объекта; построение ребра жёсткости на детали.

18. Операция «Оболочка». Тонкостенная модель.

Теория: операция «Оболочка»; создание тонкостенной модели из сплошной; выбор граней для удаления; толщина стенки.

Практика: преобразование сплошного бруска в коробку; настройка толщины стенки; выбор открываемой грани.

Раздел 6. Сечение и плоскости (3 часа)

19. Смещённая плоскость. Построение на новой плоскости.

Теория: вспомогательные плоскости; «Смещённая плоскость» — параллельная существующей на заданном расстоянии; создание эскиза на смещённой плоскости.

Практика: создание смещённой плоскости; построение эскиза на ней; приклеивание элемента со смещённой плоскости.

20. Режим сечения модели плоскостью.

Теория: режим сечения модели; фантом секущей плоскости; перемещение и поворот плоскости сечения; смена стороны отсечения.

Практика: рассечение модели плоскостью; просмотр внутреннего строения; смена ориентации сечения.

21. Сечение по эскизу. Вырез четверти.

Теория: операция «Сечение по эскизу»; создание эскиза сечения на плоскости; направление отсечения; применение для выреза четверти детали.

Практика: создание эскиза прямоугольника; сечение модели по эскизу; получение детали с вырезанной четвертью.

Раздел 7. Кинематика и сечения (3 часа)

22. Кинематическая операция. Движение по траектории.

Теория: кинематическая операция; эскиз-сечение и эскиз-траектория; требования — сечение в одном эскизе, траектория в другом; варианты движения сечения.

Практика: создание эскиза окружности (сечение) и эскиза кривой (траектория) в разных плоскостях; выполнение кинематической операции.

23. Операция «По сечениям». Модель по двум сечениям.

Теория: операция «По сечениям»; создание нескольких эскизов-сечений на смещённых плоскостях; требования — один контур в каждом эскизе; осевая линия.

Практика: создание двух смещённых плоскостей; построение эскизов-сечений разной формы; создание модели по сечениям.

24. Уклон грани. Коррекция боковых поверхностей.

Теория: операция «Уклон грани»; выбор граней; задание угла уклона; направление уклона; применение для литых деталей.

Практика: создание уклона боковых граней бруска; настройка угла; просмотр результата.

Раздел 8. Массивы (3 часа)

25. Зеркальный массив элементов.

Теория: зеркальный массив; выбор плоскости симметрии; копирование элементов; применение для симметричных деталей.

Практика: создание отверстия; зеркальное копирование относительно плоскости; получение симметричной пары отверстий.

26. Массив по сетке.

Теория: массив по сетке; количество копий по осям; шаг между копиями; применение для решёток и панелей.

Практика: создание одного элемента; массив по сетке 3×3; настройка шага.

27. Массив по концентрической сетке.

Теория: массив по концентрической сетке; ось вращения; количество копий по окружности; угловой шаг.

Практика: создание одного отверстия; массив по 6 копий вокруг центра; настройка углового шага.

Раздел 9. Подготовка к печати (4 часа)

28. Экспорт модели в STL.

Теория: формат STL; назначение для 3D-печати; параметры экспорта — точность граней; проверка модели на замкнутость.

Практика: экспорт модели из КОМПАС-3D LT в STL; проверка файла; открытие в просмотрщике.

29. Cura: импорт STL. Настройка толщины слоя и заполнения.

Теория: интерфейс Cura; импорт STL; толщина слоя (Layer Height) — влияние на качество и скорость; заполнение (Infill) — тип и плотность.

Практика: импорт модели; изменение толщины слоя; настройка заполнения; просмотр результата нарезки.

30. Cura: поддержки, адгезия, расположение на столе.

Теория: поддержки (Support) для свесов; адгезия к столу (Brim, Raft); поворот и масштабирование модели; оптимальное расположение.

Практика: включение поддержек; добавление адгезии; поворот модели для минимизации поддержек; экспорт G-code.

31. Печать детали на 3D-принтере.

Теория: загрузка G-code на принтер; запуск печати; контроль первого слоя; температурные режимы PLA.

Практика: загрузка файла; запуск печати; наблюдение за процессом; снятие готовой детали; оценка качества. [web_8_0_0_13]

Раздел 10. Итоговый проект (3 часа)

32. Проект: моделирование детали по замыслу.

Теория: этапы проекта; критерии оценки; требования к модели для печати.

Практика: выбор детали; эскиз на бумаге с размерами; создание 3D-модели в КОМПАС-3D LT с использованием изученных операций; защита замысла.

33. Проект: подготовка в Cura и печать.

Практика: экспорт в STL; настройка в Cura; печать детали; анализ результата; доработка при необходимости.

34. Итоговая защита проектов. Аттестация.

Практика: публичная защита — демонстрация 3D-модели на экране и напечатанной детали; рассказ о выбранных операциях и решениях; ответы на вопросы. Итоговая аттестация.

ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

Цель

Создание условий для развития ответственности, пространственного мышления и инженерной культуры через проектную деятельность в области 3D-моделирования и печати.

Задачи

- формирование ответственности за оборудование 3D-печати и расходные материалы;
- воспитание культуры технического труда — от идеи до готового изделия;
- профориентация через знакомство с профессиями инженера-конструктора, оператора 3D-печати, технолога аддитивного производства;
- развитие коммуникативных навыков через презентацию проектов.

Формы и методы

Форма	Содержание
Практическое моделирование	Целеустремлённость, доведение до результата
Работа с 3D-принтером	Ответственность за дорогостоящее оборудование
Анализ неудачной печати	Культура проб и ошибок, конструктивный анализ
Защита проекта	Умение презентовать результат, отвечать на вопросы
Беседа о профессиях	Знакомство с инженерными и технологическими профессиями
Уход за оборудованием	Бережное отношение, очистка стола, хранение пластика

КОМПЛЕКС ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

7.1. Календарный учебный график

Начало обучения	1 сентября
Окончание	31 мая
Учебных недель	34
Периодичность	1 раз в неделю
Длительность занятия	40 минут
Промежуточная аттестация	Декабрь
Итоговая аттестация	Май

7.2. Материально-техническое обеспечение

- кабинет по СанПиН 2.4.3618-20;
- ноутбуки/ПК с установленным ПО: КОМПАС-3D LT (бесплатная учебная версия с edu.ascon.ru) и Ultimaker Cura — 1 компьютер на 1–2 обучающихся;
- 3D-принтер FDM-типа — 1–2 шт. на группу;
- филамент PLA (диаметр 1,75 мм) — расходный материал;
- SD-карта или USB-накопитель для передачи файлов на принтер;
- измерительные инструменты (линейка, штангенциркуль);
- мультимедийный проектор, интерактивная доска;
- аптечка.

7.3. Кадровое обеспечение

Педагог дополнительного образования с высшим или средним профессиональным образованием. Владение КОМПАС-3D и опытом работы с 3D-принтером. Повышение квалификации — не реже 1 раза в 3 года.

7.4. Методическое обеспечение

Раздел	Формы	Материалы
1	Беседа, демонстрация	Инструкции по ТБ, скриншоты интерфейса
2	Практикум в эскизе	Учебное пособие «Азбука КОМПАС» , карточки с заданиями
3	Практикум	Инструкции к операциям выдавливания, примеры моделей
4	Практикум	Инструкции к операции вращения, примеры тел вращения
5	Практикум	Инструкции к операциям скругления, фаски, отверстия, оболочки
6	Практикум	Инструкции к смещённой плоскости и сечению
7	Практикум	Инструкции к кинематической операции и операции по сечениям
8	Практикум	Инструкции к массивам, примеры деталей
9	Практикум, печать	Карточки настроек Cura, инструкция к 3D-принтеру
10	Проектная мастерская	Шаблон ТЗ, критерии оценки, шаблон презентации

7.5. Формы аттестации и оценочные материалы

Этап	Форма	Содержание
Входная диагностика	Беседа-опрос	Начальный уровень знаний о 3D-технологиях
Текущий контроль	Наблюдение, практическая работа	Качество моделей и настроек печати
Промежуточная (декабрь)	Практическая работа	Модель с выдавливанием и отверстием — оценка по критериям
Итоговая (май)	Защита проекта	Демонстрация модели + напечатанная деталь + устная защита

Критерии оценки итогового проекта (0–2 балла):

Критерий	0	1	2
Качество модели	не создана	с ошибками	корректная
Качество печати	не напечатана	с дефектами	качественная
Самостоятельность	не работал	с помощью	самостоятельно
Качество презентации	нет	слабая	уверенная

Уровни: 0–3 — низкий, 4–5 — средний, 6–8 — высокий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Для педагога

1. Федеральный закон № 273-ФЗ «Об образовании в РФ».
2. Приказ Минпросвещения РФ № 629 от 27.07.2022 — Порядок организации ДОП.
3. СанПиН 2.4.3618-20.
4. КОМПАС-3D LT — бесплатная учебная версия: edu.ascon.ru.
5. Азбука КОМПАС-3D — учебное пособие.
6. КОМПАС-3D для школьников. Черчение и компьютерная графика.
7. Ultimaker Cura — ultimaker.com/software/ultimaker-cura.

Для обучающихся и родителей

8. Учебные материалы и видеоуроки по КОМПАС-3D — на сайте edu.ascon.ru.
9. База готовых STL-моделей для справки — thingiverse.com.
10. Инструкция по эксплуатации 3D-принтера (в комплекте с оборудованием).