МАОУ «Гимназия № 39 им. Файзуллина А.Ш.»

ЭКСПЕРТИЗА ПРОВЕДЕНА
на заседании **кафедры** (МО)
математики и информатики
Руководитель кафедры (МО)
_____ (Юсупова Г.А.)
протокол № 3 от 24.02. 2026 г.

УТВЕРЖДАЮ
председатель НМС
директор гимназии
_____ А.Ф.Ганиева
Приказ № 141 от 27.02.2026 г.

ПРОГРАММА
внеурочной деятельности
по курсу «Цифровая инженерия: от идеи до прототипа»
для учащихся 7-х классов
Направление: инженерное

Составители: Моисеева Е.Ф.,
директор Евразийской политехнической школы;
Пелевина К.А.,
специалист по доп. образованию
Евразийской политехнической школы.

Уфа – 2026 год

Пояснительная записка

Актуальность программы курса «Цифровая инженерия: от идеи до прототипа» подтверждается его стремительным развитием цифрового производства, внедрением аддитивных технологий в промышленность. Выбор системы автоматизированного проектирования КОМПАС-3D для создания данного курса обусловлен следующим. Во-первых, КОМПАС-3D является одной из наиболее распространённых отечественных САПР, что позволяет школьникам с раннего возраста знакомиться с профессиональным инструментом, используемым на реальных предприятиях. Во-вторых, несмотря на серьёзный функционал, программа имеет интуитивно понятный интерфейс, а её базовые операции (выдавливание, вращение, массивы, скругления) доступны для освоения учащимися 7 классов, что даёт возможность постепенно переходить от простых моделей к сложным сборкам. В-третьих, курс органично сочетает компьютерное моделирование с практическим прототипированием – созданные детали подготавливаются к 3D-печати, что позволяет школьникам увидеть результат своей работы в материале, развивает интерес к инженерному творчеству и формирует целостное представление о жизненном цикле изделия.

Курс является практико-ориентированным и предполагает групповую и индивидуальную проектную деятельность учащихся. Следовательно, в рамках преподавания курса может меняться роль педагога: с роли традиционного учителя на роль учителя-тьютора, который направляет творческие и исследовательские проекты школьников, помогает решать инженерные задачи и преодолевать технологические трудности.

Цель курса: устойчивые практические навыки трёхмерного моделирования в системе КОМПАС-3D и подготовки цифровых моделей к 3D-печати, развить пространственное мышление и инженерную грамотность.

Задачи курса:

- сформировать систему базовых знаний о трёхмерном моделировании, его применении в промышленности и прототипировании;
- освоить основные операции создания эскизов и трёхмерных тел (выдавливание, вращение, кинематические операции, операции по сечениям);
- научить применять скругления, фаски, массивы, зеркальное отражение и дополнительные плоскости для создания сложных геометрических форм;
- обучить созданию сборок из нескольких деталей и проверке их на собираемость;
- познакомить с принципами 3D-печати, форматами файлов (STL), настройкой слайсеров и постобработкой напечатанных деталей;
- сформировать навыки проектной деятельности: от эскиза и чертежа до готового прототипа.

В программе предусмотрены занятия в классе, работа за компьютерами. Курс состоит из 68 ак.ч. и рассчитан на одновременное обучение 8-10 учеников.

Освоение программы курса, учащиеся будут **знать:**

- основные понятия трёхмерного моделирования: эскиз, операция, тело, сборка, спецификация, прототип;
- интерфейс и базовые инструменты КОМПАС-3D (панели, дерево построения, управление видом);
- операции формообразования: выдавливание, вращение, кинематика, по сечениям, логические операции (объединение, вычитание, пересечение);
- способы создания массивов (круговой, прямоугольный), зеркального отражения, использования дополнительных плоскостей;
- этапы подготовки модели к 3D-печати: проверка геометрии на замкнутость, экспорт в STL, выбор параметров печати (высота слоя, заполнение, поддержки);
- основы устройства 3D-принтера, виды пластиков и методы постобработки (удаление поддержек, шлифовка, склейка);

будут **уметь:**

- создавать эскизы с использованием геометрических примитивов, наносить размеры и привязки;
- выполнять выдавливание, вращение, кинематические операции и построение по сечениям для получения трёхмерных объектов;

- применять скругления и фаски к рёбрам деталей с учётом технологических ограничений 3D-печати;
- создавать массивы отверстий, рёбер и других элементов, использовать зеркальное копирование для симметричных деталей;
- работать с дополнительными плоскостями, строить эскизы на наклонных поверхностях;
- собирать в единую конструкцию 3–5 деталей с использованием сопряжений (совмещение осей, плоскостей);
- создавать сборочные чертежи и спецификации;
- проверять модели на замкнутость геометрии, экспортировать в формат STL;
- настраивать параметры печати в слайсере (высота слоя, заполнение, поддержки, температура);
- выполнять постобработку напечатанных деталей и собирать конечный прототип;
- самостоятельно разрабатывать и защищать творческий проект «От идеи до прототипа», включающий все этапы – эскиз, 3D-моделирование, подготовку к печати и презентацию готового изделия.

Учебно-тематическое планирование

№ п/п	*Наименование разделов/тем*	*Трудоемкость, кол-во часов*	*в том числе*	
			Часы лекционных занятий	*Часы практ. занятий*
1	**Введение в 3D-моделирование и прототипирование**	**10**	**2**	**8**
1.1	Что такое 3D-моделирование и прототипирование. Техника безопасности	2	1	1
1.1	История и технологии 3D-печати	2	1	1
1.2	Интерфейс КОМПАС-3D. Навигация	2		2
1.3	Создание эскиза. Геометрические примитивы	2		2
1.4	Практическая работа «Мой первый 3D-объект»	2		2
2	**Основные операции моделирования**	**12**		**12**
2.1	Создание эскиза. Выдавливание. Копирование по массиву.	8		8
2.2	Вращение, скругление, фаска. Создание дополнительных плоскостей. Зеркальное отражение	4		4
3	**Сложные формообразующие операции и прототипирование**	**12**		**12**
3.1	Кинематическая операция	2		2
3.2	Операция по сечениям	2		2
3.3	Логические операции над телами	2		2
3.4	Этапы прототипирования	2		2
3.5	Проверка модели на «печатаемость»	2		2
3.6	Практическая работа «Сложная деталь»	2		2
4	**Сборка моделей**	**10**	**1**	**9**
4.1	Введение в сборку	2	1	1
4.2	Сопряжения: совмещение и фиксация	2		2
4.3	Сборка простого механизма	2		2
4.4	Сборка «Карусель» (упрощённая версия)	2		2
4.5	Создание сборочного чертежа и спецификации	2		2
5	**Подготовка к 3D-печати**	**12**	**1**	**11**

5.1	Устройство 3D-принтера. Материалы для печати. Экспорт в STL. Настройка качества	2	1	1
5.2	Настройка параметров печати	4		4
5.3	Практика: подготовка своей модели к печати. Обработка напечатанных деталей	6		6
6	**Творческий проект «От идеи до прототипа»**	**10**		**10**
6.1	Выбор темы проекта. Мозговой штурм	1		1
6.2	Разработка эскизов и чертежей. Моделирование деталей проекта. Печать прототипа.	7		7
6.3	Сборка, постобработка и презентация	2		2
7	**Итоговая аттестация**	**2**		
	Итого:	**68**	**4**	**64**

Содержание курса

РАЗДЕЛ 1. ВВЕДЕНИЕ В 3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОТОТИПИРОВАНИЕ (10 час.)
Тема 1.1 Что такое 3D-моделирование и прототипирование. Техника безопасности (2 час.)
Тема 1.2 История и технологии 3D-печати. Демонстрация работы принтера (2 час.)
Тема 1.3 Интерфейс КОМПАС-3D. Навигация в программе (2 час.)
Тема 1.4 Создание эскиза. Геометрические примитивы, привязки и размеры (2 час.)
Тема 1.5 Практическая работа «Мой первый 3D-объект». Экспорт в STL (2 час.)

РАЗДЕЛ 2. ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ (12 час.)
Тема 2.1 Создание эскиза. Выдавливание. Копирование по массиву (8 часов)
Тема 2.2 Вращение, скругление, фаска.
Создание дополнительных плоскостей. Зеркальное отражение (4 часа)

РАЗДЕЛ 3. СЛОЖНЫЕ ФОРМООБРАЗУЮЩИЕ ОПЕРАЦИИ И ПРОТОТИПИРОВАНИЕ (12 час.)
Тема 3.1 Кинематическая операция (2 часа)
Тема 3.2 Операция по сечениям (сложные корпуса, бутылки) (2 часа)
Тема 3.3 Логические операции над телами (объединение, вычитание, пересечение) (2 часа)
Тема 3.4 Этапы прототипирования (2 часа)
Тема 3.5 Проверка модели на «закрытость» геометрии. Подготовка к печати (2 часа)
Тема 3.6 Практическая работа «Сложная деталь» (комбинирование операций) (2 часа)

РАЗДЕЛ 4. СБОРКА МОДЕЛЕЙ (10 часов)
Тема 4.1 Введение в сборки. Режим «Сборка». Вставка деталей (2 час.)
Тема 4.2 Сопряжения: совмещение осей, прилегание плоскостей.
Проверка собираемости (2 час.)
Тема 4.3 Сборка простого механизма (стульчик, табурет) (2 часа)
Тема 4.4 Сборка «Карусель» (упрощённая версия) (2 часа)
Тема 4.5 Создание сборочного чертежа и спецификации (2 часа)

РАЗДЕЛ 5. ПОДГОТОВКА К 3D-ПЕЧАТИ И ПОСТОБРАБОТКА (12 час.)
Тема 5.1 Устройство 3D-принтера. Материалы для печати. Экспорт в STL.
Настройка качества (2 час.)
Тема 5.2 Настройка параметров печати (4 час.)
Тема 5.3 Практика: подготовка своей модели к печати.
Обработка напечатанных деталей (6 часов)

РАЗДЕЛ 6. ТВОРЧЕСКИЙ ПРОЕКТ «ОТ ИДЕИ ДО ПРОТОТИПА» (10 часов)
Тема 6.1 Выбор темы проекта. Мозговой штурм (1 час)
Тема 6.2 Разработка эскизов и чертежей. Моделирование деталей проекта.

Печать прототипа (7 час.)

Тема 6.3 Сборка, постобработка и презентация (2 час.)

Организационно-педагогические условия реализации программы:
Материально-технические условия

Наименование специа-лизированных учебных помещений	**Вид занятий**	**Наименование оборудования, программного обеспечения**
Аудитория	Лекции	Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска, видеоаппаратура для про-смотра видеофильмов по программе
Компьютерный класс	Практические занятия	Компьютеры, мультимедийный проектор, экран, доска

Список дополнительной литературы для учащихся

1. Воробьев Ю. Д. Построение трехмерной модели на основе кадастровой информации // Геодезия и картография. 2004. № 3. С. 43 – 51.
2. Гук А. П., Шляхова М.М. Некоторые проблемы построения реалистических измерительных 3D-моделей по данным дистанционного зондирования // Вестник-СГУГиТ. 2015. № 4. С. 51–60
3. Ефремов Г.В. Инженерная компьютерная графика на базе графических систем: учебное пособие / Г.В. Ефремов, С.И. Нюкалова ; Старый Оскол : ТНТ, 2019. – 320 с.
4. Компас-3D в разработке чертежей деталей и сборочных единиц : учебно-метод. пособие по дисциплине "Основы конструирования и САПР" / УГНТУ, каф. ИГ ; сост.: В. А. Семено, Н. Н. Головкина. - Уфа : Изд-во УГНТУ, 2015. - 59 с. - 100 экз. - Б. ц. - Текст : непосредственный.

Перечень контрольных вопросов для итоговой аттестации

РАЗДЕЛ 1

1. Что такое 3D-моделирование? Приведите примеры его применения в жизни.
2. Что такое прототипирование и зачем оно нужно?
3. Назовите основные технологии 3D-печати. Чем они отличаются друг от друга?
4. Из каких основных элементов состоит рабочее окно КОМПАС-3D?
5. Как в КОМПАС-3D изменить масштаб, повернуть или переместить модель?
6. Что такое эскиз и для чего он нужен?
7. Какие геометрические примитивы можно использовать при построении эскиза?
8. Что такое размерная привязка и зачем она нужна?
9. В каком формате сохраняются модели для 3D-печати? Почему именно этот формат?
10. Назовите основные этапы создания прототипа от идеи до готового изделия.

РАЗДЕЛ 2

1. Как создать отверстие в детали? Какая операция для этого используется?
2. Что такое «Вырезание выдавливанием» и чем оно отличается от обычного выдавливания?
3. Для чего применяются скругления и фаски? Почему они важны при 3D-печати?
4. Что такое операция «Вращение»? Приведите примеры тел, создаваемых этой операцией.
5. Как создать несколько одинаковых элементов (например, отверстий) по кругу? Назовите инструмент.
6. Что такое массив (круговой и прямоугольный)? Как он упрощает моделирование?
7. Зачем нужны дополнительные плоскости? Приведите пример, когда без них не обойтись.
8. Что такое зеркальное отражение и для каких деталей его удобно использовать?
9. Назовите основные ошибки при создании эскиза, которые могут помешать выполнению операции.

РАЗДЕЛ 3

1. Что такое кинематическая операция? Какой объект можно создать с её помощью?
2. В чём суть операции по сечениям? Когда она применяется?
3. Какие логические операции над телами существуют в КОМПАС-3D? (Объединение, вычитание, пересечение.)
4. Перечислите основные этапы прототипирования в правильной последовательности.
5. Что значит «закрытая геометрия» (водонепроницаемость) и почему она важна для 3D-печати?
6. Как в КОМПАС-3D проверить модель на наличие ошибок перед экспортом?
7. Назовите два способа создания сложной формы (используя изученные операции).
8. Почему при подготовке модели к печати нужно удалять мелкие детали толщиной менее 1 мм?
9. Какой инструмент позволяет создать модель с постоянной толщиной стенки (листовое тело)?
10. Опишите, как вы будете действовать, если модель не печатается из-за геометрических ошибок.

РАЗДЕЛ 4

1. Что такое сборка в КОМПАС-3D и для чего она нужна?
2. Как добавить деталь в сборку? Что значит «вставить компонент»?
3. Что такое сопряжения и какие виды сопряжений вы знаете?
4. Как зафиксировать деталь так, чтобы она не двигалась (жёсткая фиксация)?
5. Как проверить, что все детали правильно совмещены и сборка не «разваливается»?
6. Что такое сборочный чертёж и для чего он нужен?
7. Что такое спецификация и какие данные она содержит?
8. Можно ли в сборке создать новую деталь прямо на месте? Если да, то как?
9. Как сделать деталь подвижной в сборке (например, колесо, вращающееся вокруг оси)?
10. Назовите основные этапы создания сборки (от замысла до готового чертежа).

РАЗДЕЛ 5

1. Из каких основных узлов состоит FDM-3D-принтер?
2. Какие материалы для печати вы знаете? Какой из них самый распространённый и почему?
3. Что такое формат STL? Как экспортировать модель в этот формат?
4. Что такое слайсер и для чего он нужен?
5. Какие параметры печати можно настроить в слайсере? Назовите не менее трёх.
6. Что такое «высота слоя» и как она влияет на качество и время печати?
7. Зачем нужны поддерживающие структуры (supports)? Когда их обязательно добавлять?
8. Что такое заполнение (infill) и как его плотность влияет на прочность детали?
9. Как правильно удалить поддержки после печати? Какие инструменты используют?
10. Какими способами можно обработать напечатанную деталь для улучшения внешнего вида (шлифовка, покраска, склейка)?

РАЗДЕЛ 6

1. Из каких этапов состоит ваш творческий проект? Опишите последовательность действий.
2. Как вы выбирали тему для проекта? Что учитывали при выборе?
3. Какие чертежи или эскизы вы подготовили перед моделированием?
4. Какие операции в КОМПАС-3D вы использовали при создании деталей проекта?
5. Какие трудности возникли при моделировании и как вы их решили?
6. Как вы проверяли свои модели на готовность к печати?
7. Какие параметры печати вы выбрали для своих деталей и почему?
8. Что бы вы изменили в процессе работы, если бы делали проект заново?
9. Как вы оцениваете свой готовый прототип? Соответствует ли он первоначальной идее?
10. Какие навыки, полученные в этом курсе, вы сможете применить в дальнейшей жизни?