

Рабочая программа
курса внеурочной деятельности
«Инженерное дело»
для обучающихся 7-9 классов

«Инженерное дело» для специализированного инженерного класса, рассчитанная на 3 года обучения (7–9 классы) общим объемом 102 часа.

Программа составлена из расчета **34 часа в год** (1 час в неделю). Она носит модульный характер и построена по принципу усложнения: от базового прототипирования к цифровому производству и управлению.

Пояснительная записка

Цель программы: формирование у обучающихся основ инженерно-технического мышления, навыков проектно-исследовательской деятельности, пространственного воображения и культуры работы с материалами и данными.

Задачи: познакомить с историей развития техники; научить читать и создавать чертежи; освоить базовые технологии обработки материалов (дерево, пластик, металл); изучить основы схемотехники и программирования микроконтроллеров; сформировать навыки командной работы над проектом.

Формы занятий: лекции-беседы, лабораторные практикумы, мастер-классы, хакатоны, экскурсии на производства, защита проектов.

Учебно-тематический план

Раздел	Всего часов	В том числе
		Теория
Год 1 (7 класс): Основы инженерного дела и макетирование	34	12
<i>Введение в профессию инженера</i>	4	2
<i>Материаловедение и ручной инструмент</i>	8	2
<i>Начертательная геометрия и черчение</i>	10	4
<i>Основы ТРИЗ (теории решения изобретательских задач)</i>	6	2
<i>Проектная деятельность: создание механического устройства</i>	6	2
Год 2 (8 класс): Цифровое производство и электротехника	34	10
<i>Аддитивные технологии (3D-моделирование и печать)</i>	10	2
<i>Лазерные и фрезерные станки с ЧПУ (основы G-code)</i>	8	2
<i>Электротехника и схемотехника</i>	8	3
<i>Проектная деятельность: умный гаджет или роботизированная платформа</i>	8	3
Год 3 (9 класс): Инженерные системы и управление	34	10
<i>Микроконтроллеры и сенсорика (Arduino / Raspberry Pi)</i>	10	3
<i>Аэродинамика и гидродинамика (натурные испытания)</i>	6	2
<i>Методы научных исследований и статистика</i>	6	3
<i>Итоговый междисциплинарный проект</i>	12	2
Итого за 3 года	102	32

Содержание разделов по годам обучения

7 класс: От идеи к физическому объекту

Обучающиеся осваивают безопасную работу с ручным инструментом (лобзики, напильники, выжигатели), изучают свойства древесины, фанеры, оргстекла и пластиков. На занятиях по черчению выполняется переход от классических карандаша и ватмана к простым САД-системам (например, КОМПАС-3Д LT или Tinkercad). Основным продуктом года — работающий механический прототип без электроники (например, модель подъемного крана, катапульта или планетарный редуктор).

8 класс: Переход в цифру и электричество

Углубленное изучение программ твердотельного моделирования (Fusion 360, SolidWorks Education Edition). Освоение технологий FDM-печати, лазерной резки и гравировки.

Изучение закона Ома, правил Кирхгофа, чтение электрических схем. Сборка простых цепей на беспаячных макетках. Практикумы включают написание простейших скриптов для управления шаговыми двигателями. Итоговое изделие года должно содержать элементы питания, коммутации и исполнительных механизмов.

9 класс: Интеллектуальные системы и системная инженерия

Программирование логики на C++ (для Arduino) или Python (для более сложных контроллеров). Подключение датчиков (температуры, освещенности, расстояния, влажности) и актуаторов (сервоприводов, реле). Проведение аэродинамических экспериментов в школьном коридоре или на улице (тестирование обтекаемости корпусов, запуск моделей БПЛА-квадрокоптеров на привязи). Изучение ГОСТов на оформление технической документации. Кульминация курса — выпускной инженерный проект, объединяющий механику, электронику и программирование (например, метеостанция с передачей данных, автоматическая теплица, система «умный дом» для школьной рекреации или манипулятор).

Планируемые результаты освоения программы

Личностные:

- Формирование ответственного отношения к труду и интеллектуальной собственности.
- Развитие критического мышления при анализе причин поломок конструкций.
- Готовность к осознанному выбору инженерно-технических специальностей.

Метапредметные:

- Умение самостоятельно ставить задачи, планировать этапы их решения и искать недостающую информацию.
- Навык ведения журнала наблюдений и фиксации результатов эксперимента.
- Способность работать в распределенной команде, распределяя роли (конструктор, электронщик, программист, менеджер).

Предметные:

- Владение навыками чтения и создания эскизов, чертежей и 3D-моделей.
- Понимание физических принципов работы простых машин, рычагов, зубчатых передач и электрических цепей.
- Базовые навыки пайки, сборки электронных устройств и написания кода для управления периферией.

Система оценки

Оценивание не является балльным. Применяется накопительная система:

1. Защита мини-проектов по итогам каждого крупного раздела.
2. Ведение «Портфолио инженера» (скриншоты 3D-моделей, фото этапов сборки, схемы, видео испытаний).
3. Участие в школьных и региональных конкурсах (JuniorSkills, «Большие вызовы», фестивали *Robotics Fest*).
4. Итоговая аттестация в форме выставки-демонстрации действующих моделей перед комиссией из учителей STEM-предметов и приглашенных специалистов.

Материально-техническое обеспечение

- **Помещение:** кабинет технологии или лаборатория со столярными и слесарными верстаками, вытяжкой и зоной пайки.
- **Оборудование:** ПК с установленным САПР, набор инструментов (паяльные станции, мультиметры, осциллографы), расходные материалы (фанера, филамент для 3D-принтера, радиокомпоненты), конструкторы (LEGO Mindstorms, Амперка, Йодо), защитные очки и перчатки.

Важное методическое примечание: Программа предполагает вариативность. Если школа располагает собственным технопарком («Кванториум») или имеет договор о сетевом взаимодействии с вузом/колледжем, практические часы могут быть перераспределены в

пользу стажировок и работы на промышленном оборудовании (токарные, фрезерные станки).

Тематическое планирование

(первый год обучения)

Всего часов: 34 часа (1 час в неделю).

№ п/п	Тема занятия	Кол-во часов	Тип занятия	Содержание и виды деятельности
Модуль 1. Введение в инженерию, культура производства и безопасность (6 часов)				
1	Кто такой инженер? Великие инженеры России и мира.	1	Лекция-беседа	Роль инженера в истории (от Кулибина до Королева). Специализации: конструктор, технолог, программист, испытатель. Инженерный подход к решению бытовых задач.
2-3	Техника безопасности в мастерской. Рабочее место инженера.	2	Теория, практика	Правила работы с ручным инструментом. Электробезопасность. Организация верстака. Навыки оказания первой помощи при порезах и ушибах. Разметка заготовки по чертежу.
4-5	Материаловедение для начинающих. Свойства материалов.	2	Лабораторная работа	Изучение образцов древесины, фанеры, ДВП, оргстекла, текстолита, алюминиевых сплавов. Тесты на твердость, гибкость и излом. Понятие анизотропии древесины.
6	Графическая грамота. Чертеж как язык техники.	1	Практикум	Основные типы линий (сплошная толстая — видимая, штриховая — невидимая). Форматы листов. Масштаб. Простановка размеров. ГОСТ шрифты.
Модуль 2. Основы ручной обработки материалов и макетирования (8 часов)				
7-8	Плоскостной раскрой. Работа с разметочным инструментом.	2	Практикум	Использование рейсшины, угольника, малки, кернера. Техника работы ножовкой по металлу и дереву. Опиливание кромок напильником и шлифовка наждачной бумагой.
9-10	Художественная обработка материалов. Выпиливание лобзиком.	2	Лабораторная работа	Перенос рисунка на заготовку. Техника криволинейного выпиливания. Сборка плоских деталей в объемную фигуру на шип или клей (создание пазлов, декоративных панно).
11-12	Соединения без клея и метизов. Конструктивный дизайн.	2	Проектный модуль	Принципы разборных соединений. Лазерная резка (демонстрация) или ручное изготовление прототипов соединений типа «шип-паз»,

				ласточкин хвост, замковые соединения.
13-14	Создание первого механического изделия.	2	Практикум	Изготовление настольного органайзера, сборной модели архитектурного сооружения или простой игрушки с подвижными элементами из безопасных материалов.
Модуль 3. Начертательная геометрия и САД-моделирование (10 часов)				
15	Проецирование: от 3D к 2D. Виды спереди, сверху, слева.	1	Теория	Методы проецирования. Нахождение недостающих проекций точки и простой детали (геометрического тела). Понятие разреза и сечения.
16-17	Знакомство со средой САПР (КОМПАС-3D / Tinkercad).	2	Практикум	Интерфейс программы. Дерево построения. Базовые операции: выдавливание, вращение, скругление, фаска. Построение 3D-модели параллелепипеда и цилиндра.
18-20	Параметризация моделей.	3	Лабораторная работа	Понятие сопряжений (касание, концентричность). Редактирование эскизов так, чтобы изменение одного параметра перестраивало всю деталь. Моделирование болта и гайки.
21-22	Подготовка документации в САПР. Ассоциативный чертеж.	2	Практикум	Автоматическое создание ассоциативного вида готовой 3D-модели. Простановка размеров на чертеже. Заполнение основной надписи (штампа). Экспорт в PDF.
23	Печать модели на бумаге.	1	Контроль	Распечатка выполненного чертежа на принтере в масштабе 1:1. Проверка читаемости размеров.
Модуль 4. Основы ТРИЗ и проектная деятельность (10 часов)				
24	Введение в теорию решения изобретательских задач (ТРИЗ).	1	Лекция	Понятие технического противоречия. Идеальный конечный результат (ИКР). Метод маленьких человечков.
25-26	Функционально-стоимостный анализ (ФСА) и мозговой штурм.	2	Семинар	Анализ устройства обычной шариковой ручки. Выделение полезных, вредных и нейтральных функций. Поиск способов удешевления конструкции без потери качества.
27-28	Выбор темы итогового проекта года.	2	Консультация	Обзор тем: механические часы, модель моста (испытание на нагрузку), развивающая игра-головоломка,

				усовершенствованный держатель для смартфона. Составление краткого ТЗ.
29-31	Рабочее проектирование и изготовление (инженерный марафон).	3	Проектная работа	Самостоятельная работа над изделием. Применение навыков модулей 2 и 3. Ведение журнала работ. Фотофиксация этапов сборки.
32	Испытания и доводка изделия.	1	Практикум	Статические испытания (например, взвешивание груза на спроектированном кронштейне). Поиск слабых мест, усиление конструкции ребрами жесткости.
33	Оформление пояснительной записки к проекту.	1	Практикум	Написание введения, описания принципа действия, экономического обоснования (расход материалов) и выводов.
34	Открытая защита проектов. Итоговая выставка.	1	Презентация	Демонстрация работающих устройств. Самооценка и оценка одноклассников по чек-листу (оригинальность, качество изготовления, соответствие чертежам).

(2 год обучения)

Всего часов: 34 часа (1 час в неделю).

№ п/п	Тема занятия	Кол-во часов	Тип занятия	Содержание и виды деятельности
Модуль 1. Аддитивные технологии и твердотельное моделирование (10 часов)				
1-2	Вводное занятие. Инструктаж по ТБ при работе с оборудованием технопарка. Интерфейс CAD-систем.	2	Теория, практика	Обзор Fusion 360 / КОМПАС-3D. Навигация, базовые примитивы, операции выдавливания и вращения. Построение детали «куб со скруглениями».
3-4	Параметрическое моделирование. Сборочные единицы.	2	Практикум	Создание параметрической модели: изменение одного размера перестраивает всю деталь. Сборка простейшего узла (вал во втулке) с учетом допусков для печати.
5-7	Подготовка моделей к FDM-печати. Работа со слайсером.	3	Лабораторная работа	Понятие поддержек, заполнения (<i>infill</i>), толщины стенки. Нарезка моделей в Ultimaker Cura / PrusaSlicer. Печать собственных деталей на 3D-принтере. Постобработка изделий.
8-10	Проектный модуль: разработка корпуса устройства.	3	Проектная работа	Групповое проектирование корпуса для будущего электронного прибора 8 класса (с отсеком под плату Arduino,

				кнопками и разъемами). Печать прототипа.
Модуль 2. Лазерные технологии и станки с ЧПУ (8 часов)				
11-12	Основы плоского проектирования (2D-CAD). Форматы файлов.	2	Теория, практика	Интерфейс CorelDRAW или LaserGRBL. Разница между векторными и растровыми объектами. Подготовка файла для лазерной резки.
13-14	Технология лазерной резки и гравировки материалов.	2	Лабораторная работа	Настройка мощности и скорости лазера для фанеры, картона, оргстекла. Техника безопасности. Изготовление трафарета или сборной деревянной игрушки.
15-16	Фрезерная обработка. Основы G-code.	2	Теория, экскурсия	Принцип работы фрезера с ЧПУ. Знакомство с управляющей программой. Посещение мастерской (или просмотр видео процесса изготовления платы/шильды).
17	Комплексная технология: совмещение 3D-печати и лазерной резки.	1	Практикум	Создание изделия из разных материалов (например, деревянная основа + напечатанные крепежные элементы).
Модуль 3. Электротехника и схемотехника (8 часов)				
18	Электрический ток. Закон Ома для участка цепи. Техника пайки.	1	Теория, практика	Мультиметр: измерение напряжения, тока, сопротивления. Демонстрация. Отработка навыка пайки светодиода к проводам на макетной плате.
19-20	Источники питания и коммутация. Полупроводниковые приборы.	2	Лабораторная работа	Расчет токоограничивающего резистора. Сборка цепей с последовательным и параллельным соединением. Исследование работы диода и транзистора в качестве ключа.
21-22	Микроконтроллер Arduino Uno. Среда разработки IDE.	2	Практикум	Первая программа («Hello World» инженерии — мигание светодиодом <i>Blink</i>). Структура кода: setup и loop. Понятие цифрового и аналогового порта.
23-24	Управление мощной нагрузкой. Широтно-импульсная модуляция (ШИМ).	2	Практикум	Подключение мотора через транзистор. Регулировка яркости светодиода и скорости вращения мотора с помощью ШИМ (analogWrite).
Модуль 4. Итоговый проект года: «Умный гаджет» (8 часов)				
25	Выбор темы проекта и составление	1	Семинар	Темы: электронный замок по коду, автоматическая

	технического задания (ТЗ).			кормушка для питомца, ночник с датчиком освещенности, охранная система на ИК-датчике. Распределение ролей.
26-28	Аппаратная сборка и программирование логики (этап 1).	3	Проектная работа	Монтаж схемы на макетной плате. Написание базового кода опроса датчиков и управления исполнительными устройствами.
29-31	Интеграция в корпус. Отладка системы (этап 2).	3	Проектная работа	Установка электроники в распечатанный на 1-м этапе корпус. Борьба с помехами, калибровка датчиков, фиксация проводов.
32	Предзащита проектов. Тестирование в реальных условиях.	1	Контроль	Проверка работоспособности устройств. Устранение критических ошибок перед демонстрацией.
33	Итоговая выставка инженерных работ.	1	Презентация	Демонстрация работающих прототипов одноклассникам и ученикам младших классов. Сбор обратной связи.
34	Резерв. Рефлексия. Планирование следующего года.	1	Беседа	Анализ успехов и трудностей. Краткое введение в сенсорику и протоколы передачи данных (9 класс).

(третий год обучения)

Всего часов: 34 часа (1 час в неделю).

№ п/п	Тема занятия	Кол-во часов	Тип занятия	Содержание и виды деятельности
Модуль 1. Микроконтроллеры, сенсорики и исполнительные устройства (10 часов)				
1-2	Вводное занятие. Обзор архитектуры сложных инженерных систем. Выбор платформы: Arduino vs ESP32.	2	Теория, практика	Отличия микроконтроллеров от одноплатных компьютеров. Подключение Wi-Fi модуля. Базовая настройка среды разработки PlatformIO или Arduino IDE для работы с датчиками по протоколу I2C.
3-5	Сенсорика: сбор данных об окружающей среде.	3	Лабораторная работа	Подключение и калибровка многокомпонентных датчиков: DHT22 (температура/влажность), BMP/BME280 (давление), ультразвукового дальномера HC-SR04, датчика освещенности BH1750. Опрос датчиков без задержек (<i>non-blocking code</i>).
6-8	Управление движением: сервоприводы и шаговые двигатели.	3	Практикум	Разница между обычным моторчиком, сервой и шаговым двигателем. Использование библиотек Servo.h и AccelStepper.

				Сборка манипулятора на 3-х степенях свободы. Программирование траектории движения.
9-10	Беспроводная передача данных.	2	Проектный модуль	Настройка обмена данными через Bluetooth (HC-05) или Wi-Fi (протокол MQTT). Создание простого дашборда для мониторинга показаний датчиков со смартфона или ПК.
Модуль 2. Гидро- и аэродинамика. Натурные испытания (6 часов)				
11-12	Основы гидроаэромеханики. Число Рейнольдса (концептуально).	2	Теория	Ламинарный и турбулентный потоки. Понятие подъемной силы, лобового сопротивления и центра давления. Демонстрация опытов Бернулли.
13-14	Проектирование профиля крыла и корпуса судна.	2	Практикум	Построение профилей НАСА в CAD-системе. Печать лопастей для микротурбины или крыльев для модели планера. Проектирование обводов корпуса радиоуправляемого катера.
15-16	Полевые и стендовые испытания. Анализ результатов.	2	Лабораторная работа	Запуск моделей в школьном бассейне или длинном коридоре. Замеры скорости GPS-трекером или по меткам времени. Построение графиков зависимости скорости от мощности двигателя. Расчет КПД винтомоторной группы.
Модуль 3. Методы научных исследований и техническая документация (6 часов)				
17	Математическая статистика в инженерии. Погрешности измерений.	1	Теория	Случайные и систематические ошибки. Вычисление среднего арифметического, медианы и стандартного отклонения. Оценка достоверности полученных данных.
18	Планирование эксперимента (DoE — Design of Experiments).	1	Семинар	Метод изменения одного фактора при фиксированных остальных. Построение матрицы планирования эксперимента для оптимизации конструкции (например, угла атаки крыла).
19-20	Оформление конструкторской документации по ГОСТ.	2	Практикум	Изучение ЕСКД (Единой системы конструкторской документации). Создание спецификации, сборочного чертежа и ведомости покупных изделий для своего проекта. Правила составления пояснительной записки.

21	Охрана интеллектуальной собственности. Патентование.	1	Лекция-беседа	Что такое патент, полезная модель и промышленный образец. Как проверить идею на новизну. Регистрация авторских прав на программный код.
Модуль 4. Итоговый междисциплинарный проект (12 часов)				
22	Хакатон идей: формирование команд и защита концепции.	1	Деловая игра	Генерация идей финального проекта уровня <i>MVP</i> (минимально жизнеспособный продукт). Примеры: автономный метеозонд, робот-уборщик класса, система автополива на базе анализа влажности почвы, симулятор механического пресса.
23-27	Инженерный спринт: разработка и изготовление (фаза производства).	5	Проектная работа	Интенсивная работа над проектом. Распараллеливание задач: один участник пишет низкоуровневый код, второй проектирует силовую раму на станке с ЧПУ, третий трассирует печатную плату или собирает силовой шилд.
28-31	Интеграция, стресстесты и доработка.	4	Лабораторная работа	Объединение подсистем. Тестирование граничных условий (что будет, если пропадет связь? что если заклинит механизм?). Поиск «узких мест», оптимизация энергопотребления.
32	Подготовка к защите: паспорт проекта и видеоролик-демонстрация.	1	Практикум	Написание аннотации. Съемка короткого видео о работе устройства. Подготовка презентации для комиссии.
33	Открытая защита проектов перед экспертным жюри.	1	Контроль	Выступление перед учителями физики, информатики, математики, а также приглашенными студентами технических вузов или инженерами предприятий-партнеров. Ответы на вопросы о надежности и масштабируемости решения.
34	Рефлексия. Портфолио инженера. Сертификаты.	1	Круглый стол	Подведение итогов трехлетнего цикла. Формирование цифрового портфолио для поступления в профильные колледжи и вузы (ссылки на GitHub, фото лучших работ).