

**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Комитет по образованию г. Санкт-Петербурга**

**Администрация Центрального района г. Санкт-Петербурга**

**Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение**

**средняя общеобразовательная школа №612**

**Центрального района Санкт-Петербурга**

**РАССМОТРЕНА**

**МО**

\_\_\_\_\_  
Протокол №1  
от 31.08.2026

**СОГЛАСОВАНА**

**Решением**

**Педагогического совета**

\_\_\_\_\_  
Протокол №1  
от 31.08.2026

**УТВЕРЖДЕНА**

**Директор школы**

\_\_\_\_\_  
Трошнев Е.Н.  
Приказ №162  
от 31.08.2026

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 0AB80E821768DD70B8482E01C801A0CD1A  
Владелец: Трошнев Е.Н.  
Действителен: с 23.09.2025 до 23.09.2027

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ  
(общеразвивающая) ПРОГРАММА**

**«Автомоделирование: радиоуправляемые модели и 3D-печать»**

Санкт-Петербург  
2026

## **Содержание**

### **Раздел 1. Комплекс основных характеристик программы**

- 1.1. Пояснительная записка
- 1.2. Цель и задачи программы
- 1.3. Содержание программы (учебный план и содержание учебного плана)
- 1.4. Планируемые результаты

### **Раздел 2. Комплекс организационно-педагогических условий**

- 2.1. Календарный учебный график
- 2.2. Условия реализации программы
- 2.3. Формы аттестации и контроля
- 2.4. Оценочные материалы
- 2.5. Методические материалы
- 2.6. Рабочая программа воспитания и календарный план воспитательной работы

### **Список литературы и информационных источников**

### **Приложения**

- Приложение 1. Календарно-тематическое планирование, 1 год обучения
- Приложение 2. Календарно-тематическое планирование, 2 год обучения
- Приложение 3. Диагностическая карта результатов обучения
- Приложение 4. Входная, промежуточная и итоговая аттестация: задания и критерии
- Приложение 5. Шаблон технического задания на учебный проект
- Приложение 6. Перечень инструкций по охране труда и технике безопасности

## **Раздел 1. Комплекс основных характеристик программы**

### **1.1. Пояснительная записка**

#### **Направленность программы**

Программа «Автомоделирование: радиоуправляемые модели и 3D-печать» имеет **техническую направленность**. Она объединяет классическое автомоделирование с современными цифровыми

технологиями: трёхмерным проектированием в системе КОМПАС-3D и аддитивным производством (FDM-печатью). Обучающиеся проходят полный инженерный цикл — от изучения устройства автомобиля и радиоуправляемой модели до самостоятельного проектирования деталей, их печати, сборки готовой модели и её испытаний.

## **Нормативно-правовая база**

Программа разработана в соответствии со следующими документами:

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказ Министерства просвещения РФ от 27.07.2022 № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- Распоряжение Правительства РФ от 31.03.2022 № 678-р «Об утверждении Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 года»;
- Приказ Министерства просвещения РФ от 03.09.2019 № 467 «Об утверждении Целевой модели развития региональных систем дополнительного образования детей» (с изменениями);
- Письмо Минобрнауки России от 18.11.2015 № 09-3242 «Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы)»;
- Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020 № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20»;
- Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 № 2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21»;
- Устав и локальные акты образовательной организации.

## **Уровень освоения**

**Базовый.** Программа предполагает освоение специализированных знаний и практических навыков в области механики, электроники, трёхмерного проектирования и аддитивных технологий, формирование устойчивого интереса к инженерно-технической деятельности и создание законченного индивидуального или группового технического продукта.

## **Актуальность программы**

Современная промышленность перешла к цифровому проектированию: изделие сначала рождается в CAD-системе, проверяется в виде прототипа и только потом идёт в производство. Радиоуправляемая автомобиль — идеальный учебный объект для освоения этой логики: она достаточно проста, чтобы школьник понял её целиком, и достаточно сложна, чтобы включать механику, электронику, конструирование и настройку.

Актуальность программы определяется:

- потребностью региона и страны в инженерных кадрах и запросом на раннюю профориентацию в технической сфере;
- высокой стоимостью готовых наборов для моделирования, которую 3D-печать позволяет существенно снизить: обучающийся печатает детали сам, а поломка перестаёт быть концом проекта;
- необходимостью освоения отечественного программного обеспечения — КОМПАС-3D является российской системой автоматизированного проектирования и применяется на большинстве предприятий страны;
- высокой мотивирующей силой результата: модель, спроектированная и напечатанная своими руками, реально едет, участвует в заездах и соревнованиях.

## **Педагогическая целесообразность**

Программа выстроена по принципу «от изучения — к воспроизведению — к собственному проектированию». Первый год обучения формирует базу: обучающийся разбирается в устройстве модели, осваивает КОМПАС-3D и 3D-принтер, собирает модель по готовым чертежам и моделям. Второй год посвящён самостоятельной инженерной работе: разработке технического задания, проектированию собственной конструкции, изготовлению, испытаниям и защите проекта.

Такая логика позволяет:

- сформировать целостное инженерное мышление вместо набора разрозненных умений;
- вовлечь обучающихся с разным начальным уровнем — сильные работают над усложнёнными конструкциями, начинающие над базовыми;
- обеспечить каждому наблюдаемый и осязаемый результат, что критично для сохранения мотивации подростка;
- сформировать навыки работы в команде, распределения роли и ответственности за общий результат.

## Отличительные особенности программы

1. **Интеграция трёх предметных линий** — механика и электроника автомодели, CAD-проектирование в КОМПАС-3D, аддитивные технологии — в единый практический цикл, а не в виде независимых модулей.
2. **Опора на 3D-печать как основную технологию изготовления деталей:** шасси, рычаги подвески, корпуса редукторов, кузовные элементы, крепления электроники проектируются и печатаются обучающимися.
3. **Ремонтопригодность как учебный принцип:** сломанная деталь перепроектируется и печатается заново, что превращает поломку в инженерную задачу и учит анализировать причины отказа.
4. **Проектная логика второго года:** каждый обучающийся к концу обучения защищает собственную модель с комплектом конструкторской документации.
5. **Использование отечественного ПО (КОМПАС-3D) и доступного оборудования (FDM-принтеры с открытым слайсером).**

## Адресат программы

Программа адресована обучающимся **11–16 лет** (5–10 классы). Специальной предварительной подготовки не требуется, достаточно базовых навыков работы на компьютере и интереса к техническому творчеству.

**Условия набора:** приём осуществляется на бесконкурсной основе по заявлению родителей (законных представителей). Уровень подготовки определяется вводным собеседованием и входной диагностикой для формирования подгрупп и индивидуальных маршрутов. Допускается зачисление на второй год обучения по результатам собеседования и практического задания при наличии соответствующей подготовки.

**Наполняемость группы:** 10–15 человек (ограничение обусловлено требованиями безопасности при работе с ручным инструментом, паяльным оборудованием и 3D-принтерами, а также количеством рабочих мест).

## Объём и срок освоения программы

| Год обучения | Количество недель | Часов в неделю | Часов в год |
|--------------|-------------------|----------------|-------------|
| 1 год        | 36                | 2              | 72          |
| 2 год        | 36                | 2              | 72          |

|              |           |          |            |
|--------------|-----------|----------|------------|
| <b>Итого</b> | <b>72</b> | <b>2</b> | <b>144</b> |
|--------------|-----------|----------|------------|

## Режим занятий

Занятия проводятся **1 раз в неделю по 2 академических часа** с обязательным перерывом 10 минут между академическими часами. Продолжительность академического часа — 45 минут (для обучающихся 11–16 лет), время непрерывной работы за компьютером ограничивается требованиями СанПиН 1.2.3685-21 с обязательной сменой вида деятельности и гимнастикой для глаз.

## Формы обучения и организации деятельности

**Форма обучения:** очная. Допускается применение дистанционных технологий при изучении теоретических тем и выполнении заданий в КОМПАС-3D.

### Формы организации деятельности обучающихся:

- фронтальная — объяснение нового материала, демонстрация приёмов работы, разбор ошибок;
- групповая — сборка модели, подготовка к соревнованиям, командные проекты (по 2–3 человека);
- парная — «наставничество»: обучающийся, освоивший приём, помогает товарищу;
- индивидуальная — проектирование в CAD, отладка собственной модели, выполнение проекта.

**Формы проведения занятий:** учебное занятие комбинированного типа, лекция-демонстрация, практикум, лабораторная работа, мастер-класс, работа над проектом, тренировочный заезд, соревнование, выставка, защита проекта, экскурсия (в том числе виртуальная) на производство или в технопарк.

## Особенности организации образовательного процесса

Не менее 70 % учебного времени отводится на практическую работу. Теоретический материал даётся дозированно, непосредственно перед решением связанной с ним практической задачи. Занятия строятся по принципу цикла: постановка задачи → анализ → проектирование → изготовление → испытание → анализ результата → доработка.

При работе с 3D-принтерами применяется схема отложенной печати: модели, подготовленные на занятии, печатаются в межзанятийное время под контролем педагога, а на следующем занятии обучающиеся получают готовые детали, оценивают качество печати и производят постобработку. Это позволяет уложить длительные процессы печати в ограниченный недельный ресурс.

## **1.2. Цель и задачи программы**

### **Цель программы**

Развитие инженерно-конструкторского мышления и технических способностей обучающихся посредством проектирования, изготовления с применением 3D-печати и постройки действующих радиоуправляемых автомоделей.

### **Задачи программы**

#### **Обучающие (предметные):**

- сформировать представление об устройстве автомобиля и радиоуправляемой автомодел, назначении и взаимодействии её узлов;
- обучить основам механики модели: трансмиссия, передаточное отношение, подвеска, рулевое управление, тормозная система, дифференциал;
- познакомить с электронными компонентами модели: коллекторным и бесколлекторным электродвигателем, рулевой машинкой (сервоприводом), регулятором хода (ESC), приёмником и передатчиком аппаратуры радиоуправления, аккумуляторами и зарядными устройствами;
- обучить приёмам монтажа и пайки электронных компонентов, работе с измерительными приборами;
- сформировать базовые навыки работы в системе КОМПАС-3D: построение эскизов, твердотельное моделирование, создание сборок, оформление чертежей;
- обучить технологии FDM-печати: подготовке модели в слайсере, подбору параметров и материала, обслуживанию принтера, постобработке деталей;
- обучить методике проектной работы: от технического задания до защиты готового изделия.

#### **Развивающие (метапредметные):**

- развивать пространственное и техническое мышление, конструкторское воображение;
- развивать умение анализировать причины отказа конструкции и находить решение;
- развивать мелкую моторику, точность и аккуратность при работе с инструментом;
- формировать умение планировать деятельность, работать по инструкции и чертежу, оценивать результат;
- развивать навыки поиска и оценки технической информации.

**Воспитательные (личностные):**

- воспитывать трудолюбие, усердие и умение доводить начатое до конца;
- формировать культуру рабочего места, ответственное отношение к оборудованию и материалам;
- воспитывать умение работать в команде, уважение к чужому труду и результату;
- формировать культуру честного соперничества на соревнованиях;
- способствовать осознанному профессиональному самоопределению в инженерно-технической сфере.

**1.3. Содержание программы****1.3.1. Учебный план (сводный)**

| № | Название раздела                                        | 1 год     | 2 год     | Всего      |
|---|---------------------------------------------------------|-----------|-----------|------------|
| 1 | Вводное занятие. Охрана труда и техника безопасности    | 2         | 2         | 4          |
| 2 | Автомобиль и автомодел: устройство, классификация       | 6         | —         | 6          |
| 3 | Механика автомодел                                      | 10        | 10        | 20         |
| 4 | Электронные компоненты радиоуправляемой модели          | 12        | 12        | 24         |
| 5 | Трёхмерное проектирование в КОМПАС-3D                   | 16        | 14        | 30         |
| 6 | Технология 3D-печати                                    | 12        | 10        | 22         |
| 7 | Сборка, настройка и испытания модели                    | 10        | 6         | 16         |
| 8 | Проектная деятельность                                  | —         | 16        | 16         |
| 9 | Итоговое занятие. Аттестация, выставка, защита проектов | 4         | 2         | 6          |
|   | <b>Итого</b>                                            | <b>72</b> | <b>72</b> | <b>144</b> |

**1.3.2. Учебно-тематический план 1 года обучения (72 часа)**

| № | Раздел / тема                                               | Всего | Теория | Практика | Формы контроля                                      |
|---|-------------------------------------------------------------|-------|--------|----------|-----------------------------------------------------|
| 1 | <b>Вводное занятие. Охрана труда и техника безопасности</b> | 2     | 1      | 1        | Входная диагностика, беседа, инструктаж под подпись |

|     |                                                                                  |    |     |     |                                                   |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------|----|-----|-----|---------------------------------------------------|
| 2   | <b>Автомобиль и автомодель: устройство, классификация</b>                        | 6  | 2   | 4   | Опрос, практическая работа<br>«Дефектовка модели» |
| 2.1 | История автомобиля и автомодельного спорта. Классы автомоделей                   | 2  | 1   | 1   | Викторина                                         |
| 2.2 | Общее устройство автомобиля: кузов, шасси, силовой агрегат, органы управления    | 2  | 1   | 1   | Опрос по схеме                                    |
| 2.3 | Состав радиоуправляемой модели. Разборка и дефектовка учебной модели             | 2  | —   | 2   | Практическая работа                               |
| 3   | <b>Механика автомодели</b>                                                       | 10 | 3   | 7   | Практические работы, тест                         |
| 3.1 | Рама и шасси. Типы компоновок. Развесовка модели                                 | 2  | 1   | 1   | Опрос                                             |
| 3.2 | Трансмиссия: редуктор, передаточное отношение, привод                            | 2  | 1   | 1   | Расчётная задача                                  |
| 3.3 | Дифференциал: назначение, устройство, регулировка                                | 2  | 0,5 | 1,5 | Практическая работа                               |
| 3.4 | Подвеска и амортизаторы: типы, ход, жёсткость                                    | 2  | 0,5 | 1,5 | Практическая работа                               |
| 3.5 | Рулевое управление и тормозная система модели                                    | 2  | —   | 2   | Практическая работа, тест по разделу              |
| 4   | <b>Электронные компоненты радиоуправляемой модели</b>                            | 12 | 4   | 8   | Практические работы, тест                         |
| 4.1 | Основы электротехники модели: напряжение, ток, мощность, схемы                   | 2  | 1   | 1   | Расчётные задачи                                  |
| 4.2 | Коллекторный электродвигатель: устройство, характеристики, обслуживание          | 2  | 1   | 1   | Практическая работа                               |
| 4.3 | Рулевая машинка (сервопривод): устройство, характеристики, установка             | 2  | 0,5 | 1,5 | Практическая работа                               |
| 4.4 | Регулятор хода (ESC) и приёмник. Аппаратура радиоуправления, каналы, привязка    | 2  | 1   | 1   | Практическая работа                               |
| 4.5 | Аккумуляторы NiMH и Li-Pol. Зарядные устройства. Правила безопасной эксплуатации | 2  | 0,5 | 1,5 | Зачёт по безопасности                             |
| 4.6 | Пайка и монтаж: разъёмы, провода, укладка жгутов. Измерения мультиметром         | 2  | —   | 2   | Практическая работа, тест по разделу              |

|     |                                                                         |    |     |     |                                       |
|-----|-------------------------------------------------------------------------|----|-----|-----|---------------------------------------|
| 5   | <b>Трёхмерное проектирование в КОМПАС-3D</b>                            | 16 | 4   | 12  | Практические работы, зачётное задание |
| 5.1 | Интерфейс КОМПАС-3D. Типы документов. Настройка рабочей среды           | 2  | 1   | 1   | Практическая работа                   |
| 5.2 | Эскиз: геометрия, привязки, размеры, параметрические ограничения        | 2  | 1   | 1   | Практическая работа                   |
| 5.3 | Твердотельное моделирование: выдавливание, вращение, вырез              | 2  | 1   | 1   | Практическая работа                   |
| 5.4 | Массивы, скругления, фаски, оболочка, рёбра жёсткости                   | 2  | 0,5 | 1,5 | Практическая работа                   |
| 5.5 | Моделирование деталей автомодели: кронштейн, крепление сервопривода     | 4  | 0,5 | 3,5 | Практическая работа                   |
| 5.6 | Сборка узла. Сопряжения. Проверка пересечений                           | 2  | —   | 2   | Практическая работа                   |
| 5.7 | Оформление чертежа детали. Экспорт в формат STL                         | 2  | —   | 2   | Зачётное задание по разделу           |
| 6   | <b>Технология 3D-печати</b>                                             | 12 | 3   | 9   | Практические работы, тест             |
| 6.1 | Аддитивные технологии. Устройство FDM-принтера. Охрана труда при печати | 2  | 1   | 1   | Опрос, инструктаж                     |
| 6.2 | Материалы печати: PLA, PETG, ABS, TPU. Свойства и применение            | 2  | 1   | 1   | Опрос                                 |
| 6.3 | Слайсер: слои, заполнение, стенки, поддержки, температуры, скорости     | 4  | 1   | 3   | Практическая работа                   |
| 6.4 | Подготовка принтера: калибровка стола, первый слой, запуск печати       | 2  | —   | 2   | Практическая работа                   |
| 6.5 | Дефекты печати и их причины. Постобработка деталей                      | 2  | —   | 2   | Практическая работа, тест по разделу  |
| 7   | <b>Сборка, настройка и испытания модели</b>                             | 10 | 1   | 9   | Готовое изделие, заезд                |
| 7.1 | Сборка шасси из печатных и готовых деталей                              | 4  | 0,5 | 3,5 | Наблюдение, чек-лист сборки           |
| 7.2 | Монтаж электроники, прокладка проводки, привязка аппаратуры             | 2  | 0,5 | 1,5 | Практическая работа                   |
| 7.3 | Первый пуск. Настройка сходимости, расходов серво, торможения           | 2  | —   | 2   | Практическая работа                   |

|     |                                                         |           |           |           |                            |
|-----|---------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------------------------|
| 7.4 | Тренировочные заезды. Устранение неисправностей         | 2         | —         | 2         | Заезд по трассе            |
| 8   | <b>Итоговое занятие. Аттестация и выставка</b>          | 4         | 1         | 3         | Промежуточная аттестация   |
| 8.1 | Итоговая практическая и теоретическая аттестация за год | 2         | 1         | 1         | Тест, практическое задание |
| 8.2 | Внутренние соревнования и выставка моделей. Итоги года  | 2         | —         | 2         | Соревнование, рефлексия    |
|     | <b>Итого</b>                                            | <b>72</b> | <b>19</b> | <b>53</b> |                            |

### 1.3.3. Учебно-тематический план 2 года обучения (72 часа)

| №   | Раздел / тема                                                                | Всего | Теория | Практика | Формы контроля                  |
|-----|------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|----------|---------------------------------|
| 1   | <b>Вводное занятие. Охрана труда. Повторение курса 1 года</b>                | 2     | 1      | 1        | Входная диагностика, инструктаж |
| 2   | <b>Механика авто модели (углублённо)</b>                                     | 10    | 3      | 7        | Расчётные и практические работы |
| 2.1 | Геометрия подвески: углы развала, схождения, кастер, клиренс                 | 2     | 1      | 1        | Практическая работа             |
| 2.2 | Расчёт трансмиссии: подбор передаточного отношения под задачу                | 2     | 1      | 1        | Расчётная задача                |
| 2.3 | Амортизаторы: масла, пружины, настройка под покрытие                         | 2     | 0,5    | 1,5      | Практическая работа             |
| 2.4 | Материалы и прочность деталей. Где печатный пластик работает, а где нет      | 2     | 0,5    | 1,5      | Разбор кейсов отказов           |
| 2.5 | Аэродинамика, прижимная сила, кузовные элементы                              | 2     | —      | 2        | Практическая работа             |
| 3   | <b>Электронные компоненты (углублённо)</b>                                   | 12    | 4      | 8        | Практические работы, тест       |
| 3.1 | Бесколлекторный двигатель: устройство, показатель KV, подбор под модель      | 2     | 1      | 1        | Расчётная задача                |
| 3.2 | Регулятор хода: программирование, режимы, защиты, охлаждение                 | 2     | 1      | 1        | Практическая работа             |
| 3.3 | Аппаратура радиоуправления: экспоненты, триммирование, миксы, памяти моделей | 2     | 1      | 1        | Практическая работа             |

|     |                                                                                          |    |     |     |                                       |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|-----|---------------------------------------|
| 3.4 | Энергетика модели: расчёт ёмкости, токов, балансировка Li-Pol, диагностика               | 2  | 0,5 | 1,5 | Практическая работа                   |
| 3.5 | Дополнительная электроника: светотехника, телеметрия, простые модули на микроконтроллере | 2  | 0,5 | 1,5 | Практическая работа                   |
| 3.6 | Поиск и устранение неисправностей электроники. Практикум по пайке                        | 2  | —   | 2   | Практическая работа, тест по разделу  |
| 4   | <b>КОМПАС-3D: проектирование сборок</b>                                                  | 14 | 3   | 11  | Практические работы, зачётное задание |
| 4.1 | Параметризация и переменные. Управляемая модель детали                                   | 2  | 1   | 1   | Практическая работа                   |
| 4.2 | Проектирование «сверху вниз». Компоновка шасси в сборке                                  | 4  | 1   | 3   | Практическая работа                   |
| 4.3 | Библиотеки стандартных изделий: крепёж, подшипники, валы                                 | 2  | 0,5 | 1,5 | Практическая работа                   |
| 4.4 | Проектирование деталей под 3D-печать: зазоры, посадки, направление слоёв                 | 2  | 0,5 | 1,5 | Практическая работа                   |
| 4.5 | Комплект конструкторской документации: чертежи, спецификация, сборочный чертёж           | 4  | —   | 4   | Зачётное задание по разделу           |
| 5   | <b>Технология 3D-печати (углублённо)</b>                                                 | 10 | 2   | 8   | Практические работы                   |
| 5.1 | Инженерные материалы: PETG, ABS, ASA, нейлон, композиты с наполнителями                  | 2  | 1   | 1   | Опрос, испытание образцов             |
| 5.2 | Профили печати для прочных деталей. Испытание образцов на изгиб                          | 2  | 0,5 | 1,5 | Лабораторная работа                   |
| 5.3 | Печать гибких деталей (TPU): шины, отбойники, демпферы                                   | 2  | 0,5 | 1,5 | Практическая работа                   |
| 5.4 | Обслуживание принтера: ремни, сопло, экструдер, калибровка потока                        | 2  | —   | 2   | Практическая работа                   |
| 5.5 | Постобработка и отделка: шлифовка, склейка, грунт, окраска кузова                        | 2  | —   | 2   | Практическая работа                   |
| 6   | <b>Проектная деятельность: собственная модель</b>                                        | 16 | 2   | 14  | Этапный контроль по чек-листу проекта |
| 6.1 | Выбор темы проекта. Разработка технического задания                                      | 2  | 1   | 1   | Защита ТЗ                             |
| 6.2 | Эскизная проработка и компоновка. Расчёты                                                | 2  | 1   | 1   | Обсуждение эскиза                     |

|     |                                                     |           |           |           |                                     |
|-----|-----------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-------------------------------------|
| 6.3 | Трёхмерное моделирование деталей проекта            | 4         | —         | 4         | Промежуточный просмотр модели       |
| 6.4 | Подготовка к печати и изготовление деталей          | 4         | —         | 4         | Приёмка деталей по качеству         |
| 6.5 | Сборка модели, монтаж электроники                   | 4         | —         | 4         | Чек-лист сборки                     |
| 7   | <b>Настройка, испытания, соревнования</b>           | 6         | —         | 6         | Заезды, протоколы испытаний         |
| 7.1 | Испытания модели. Протокол дефектов и доработка     | 2         | —         | 2         | Протокол испытаний                  |
| 7.2 | Тюнинг и настройка под трассу                       | 2         | —         | 2         | Практическая работа                 |
| 7.3 | Внутренние соревнования объединения                 | 2         | —         | 2         | Соревнование                        |
| 8   | <b>Итоговое занятие. Защита проектов и выставка</b> | 2         | —         | 2         | Итоговая аттестация: защита проекта |
|     | <b>Итого</b>                                        | <b>72</b> | <b>15</b> | <b>57</b> |                                     |

### 1.3.4. Содержание учебного плана, 1 год обучения

#### Раздел 1. Вводное занятие. Охрана труда и техника безопасности (2 ч)

*Теория.* Знакомство с объединением, задачами и планом работы на год. Демонстрация готовых моделей и итоговых работ прошлых лет. Правила поведения в учебном кабинете и мастерской. Правила работы с ручным инструментом, паяльным оборудованием, аккумуляторами, 3D-принтером. Правила электробезопасности и пожарной безопасности. Организация рабочего места.

*Практика.* Инструктаж по охране труда с регистрацией в журнале. Экскурсия по кабинету и мастерской, знакомство с оборудованием. Входная диагностика: анкета и беседа о начальном уровне подготовки и интересах.

#### Раздел 2. Автомобиль и автомобиль: устройство, классификация (6 ч)

*Теория.* Краткая история автомобиля и автомоделного спорта. Классы радиоуправляемых моделей: масштабы (1:8, 1:10, 1:16, 1:18), типы (шоссейные, багги, монстры, трофи, дрифт), привод (моно, полный), источник энергии (электро, ДВС). Общее устройство автомобиля: кузов, рама, силовой агрегат, трансмиссия, ходовая часть, органы управления. Соответствие узлов реального автомобиля и модели.

*Практика.* Викторина по классам и маркам техники. Работа со схемой автомобиля: обозначить узлы и объяснить их назначение. Разборка учебной радиоуправляемой модели, составление перечня узлов и деталей, дефектовка, заполнение карты состава модели.

### **Раздел 3. Механика автомодели (10 ч)**

*Теория.* Рама и шасси: несущие и рамные компоновки, распределение массы, положение центра тяжести и его влияние на управляемость. Трансмиссия: зубчатая передача, модуль, передаточное отношение, влияние отношения на разгон и максимальную скорость. Дифференциал: назначение, конический и шариковый типы, вязкая смазка и её роль. Подвеска: зависимая и независимая, двухрычажная схема, ход подвески, жёсткость, амортизатор как гаситель колебаний. Рулевое управление: сервосейвер, рулевые тяги, трапеция. Торможение электродвигателем и механические тормоза.

*Практика.* Определение центра тяжести модели и его смещение балластом, сравнение поведения на заезде. Расчёт передаточного отношения по числу зубьев, подбор шестерён под задачу «разгон» и «скорость». Разборка, промывка и сборка дифференциала, регулировка. Замер хода подвески, замена пружин, оценка поведения модели. Регулировка рулевой трапеции, устранение люфтов. Тест по разделу.

### **Раздел 4. Электронные компоненты радиоуправляемой модели (12 ч)**

*Теория.* Напряжение, ток, сопротивление, мощность; последовательное и параллельное соединение. Условные обозначения и чтение простой электрической схемы модели. Коллекторный двигатель: статор, ротор, коллектор, щётки; типоразмеры (540, 550), обозначения по числу витков; причины перегрева и износа. Сервопривод: двигатель, редуктор, потенциометр, плата управления; крутящий момент, скорость, тип шестерён; управляющий сигнал. Регулятор хода: назначение, характеристики по току, реверс, режимы торможения. Аппаратура радиоуправления: передатчик, приёмник, каналы, диапазон 2,4 ГГц, привязка. Аккумуляторы: NiMH и Li-Pol, ёмкость, токоотдача, число ячеек, правила заряда, хранения и утилизации, признаки неисправности.

*Практика.* Сборка простых цепей и измерения мультиметром: напряжение, ток, сопротивление, проверка целостности. Разборка и обслуживание коллекторного двигателя, замер тока холостого хода. Установка и центрирование сервопривода, подбор качалки, проверка хода. Подключение регулятора хода и приёмника, привязка аппаратуры, калибровка каналов. Заряд аккумулятора под контролем педагога, балансировка, замер напряжения ячеек. Практикум по пайке: разъёмы, силовые провода, укладка и фиксация жгутов. Зачёт по правилам безопасной работы с аккумуляторами. Тест по разделу.

### **Раздел 5. Трёхмерное проектирование в КОМПАС-3D (16 ч)**

*Теория.* Назначение систем автоматизированного проектирования. Типы документов КОМПАС-3D: деталь, сборка, чертёж, фрагмент. Дерево построения. Понятие эскиза и плоскости построения. Параметрические ограничения и размеры. Формообразующие операции: выдавливание, вращение, вырез, кинематическая операция. Вспомогательная геометрия. Массивы, скругления, фаски, оболочка, рёбра жёсткости. Понятие сборки и сопряжений. Основы оформления чертежа: виды, размеры, основная надпись. Формат STL и его роль в подготовке к печати.

*Практика.* Настройка интерфейса и рабочей среды. Построение параметрических эскизов по заданию. Моделирование простых деталей: втулка, планка с отверстиями, кронштейн. Применение массивов и

скруглений; облегчение детали без потери прочности. Моделирование деталей автомоделей: кронштейн крепления амортизатора, площадка сервопривода, крепление аккумулятора, бампер. Создание сборки узла с сопряжениями, проверка на пересечения. Оформление чертежа детали с размерами и основной надписью. Экспорт модели в STL. Зачётное задание: смоделировать деталь по эскизу и выполнить чертёж.

## **Раздел 6. Технология 3D-печати (12 ч)**

*Теория.* Аддитивные и субтрактивные технологии. Устройство FDM-принтера: кинематика, экструдер, хотэнд, стол, система охлаждения. Охрана труда при работе с принтером: нагретые поверхности, вентиляция, движущиеся части. Материалы: PLA, PETG, ABS, TPU — температуры, прочность, усадка, применение, требования к хранению. Слайсер: высота слоя, число стенок, тип и плотность заполнения, поддержки, температуры, скорости, охлаждение, прилипание к столу. Дефекты печати: расслоение, недоэкструзия, «слоновья нога», струнность, деформация — причины и способы устранения.

*Практика.* Изучение принтера по узлам, знакомство с органами управления. Испытание образцов из разных материалов на изгиб и удар, заполнение сравнительной таблицы. Подготовка моделей в слайсере: подбор параметров для деталей разного назначения (прочная, декоративная, скоростная печать). Калибровка стола, настройка первого слоя, запуск и наблюдение за печатью. Приёмка напечатанных деталей, анализ дефектов и подбор корректирующих параметров. Постобработка: удаление поддержек, снятие облоя, зачистка отверстий, шлифовка. Тест по разделу.

## **Раздел 7. Сборка, настройка и испытания модели (10 ч)**

*Теория.* Порядок сборки модели, чтение сборочного чертежа и инструкции. Крепёж и его правильное применение, резьбовые соединения в пластике, применение фиксаторов. Базовые настройки модели.

*Практика.* Сборка шасси из напечатанных и готовых деталей: установка редуктора, рычагов, амортизаторов, рулевого узла, колёс. Монтаж электроники: двигатель, регулятор хода, приёмник, сервопривод, аккумулятор; прокладка и фиксация проводки. Привязка аппаратуры и проверка каналов. Первый пуск: настройка нулей, расходов сервопривода, реверса, торможения, схождения колёс. Тренировочные заезды по трассе, оценка поведения модели, поиск и устранение неисправностей, доработка или перепечатка проблемных деталей.

## **Раздел 8. Итоговое занятие. Аттестация и выставка (4 ч)**

*Теория.* Обобщение материала года: устройство модели, электроника, CAD, печать.

*Практика.* Промежуточная аттестация: теоретический тест и практическое задание (смоделировать и подготовить к печати деталь по заданию, диагностировать неисправность модели). Внутренние соревнования объединения. Выставка моделей для родителей и обучающихся школы. Рефлексия, обсуждение задач на второй год.

### 1.3.5. Содержание учебного плана, 2 года обучения

#### Раздел 1. Вводное занятие. Охрана труда. Повторение (2 ч)

*Теория.* План работы на год, требования к итоговому проекту. Повторный инструктаж по охране труда.

Обзор материала первого года.

*Практика.* Входная диагностика уровня сохранности знаний и навыков. Регистрация инструктажа.

Определение предварительных направлений проектов.

#### Раздел 2. Механика автомодели, углублённый уровень (10 ч)

*Теория.* Геометрия подвески: развал, сходжение, кастер, антидайв, клиренс и их влияние на управляемость. Расчёт трансмиссии под конкретную задачу и тип покрытия. Амортизаторы: вязкость масла, жёсткость пружин, отбойники, настройка под покрытие. Материалы и прочность: анизотропия напечатанной детали, работа пластика на изгиб, срез и удар; типовые места разрушения и способы усиления. Основы аэродинамики модели: сопротивление, прижимная сила, назначение антикрыла и диффузора.

*Практика.* Измерение и выставление углов подвески, сравнительные заезды до и после регулировки.

Расчёт и подбор пары шестерён под заданный результат, проверка на трассе. Разборка и обслуживание амортизаторов, замена масла и пружин, оценка изменений. Анализ реальных сломанных деталей: определение причины разрушения, предложение усиленной конструкции. Проектирование и печать элемента кузовной аэродинамики, оценка эффекта.

#### Раздел 3. Электронные компоненты, углублённый уровень (12 ч)

*Теория.* Бесколлекторный двигатель: устройство, sensored и sensorless, показатель KV, зависимость оборотов от напряжения, подбор двигателя под массу и назначение модели. Регулятор хода: программируемые параметры, режимы старта, отсечка по напряжению, тепловая защита, охлаждение. Аппаратура радиоуправления: экспоненциальные кривые, ограничение расходов, триммирование, миксы, память моделей, отказоустойчивость (fail-safe). Энергетика модели: расчёт потребляемого тока и времени работы, требования к токоотдаче, балансировка и диагностика Li-Pol. Дополнительная электроника: светотехника, телеметрия, простые модули на микроконтроллере.

*Практика.* Подбор двигателя и регулятора под свою модель с обоснованием расчётом.

Программирование регулятора хода, настройка защит, замер температуры под нагрузкой. Настройка передатчика: расходы, экспоненты, fail-safe, создание памяти модели. Замер токов и напряжений под нагрузкой, расчёт времени заезда. Монтаж светотехники или телеметрического датчика на модель. Диагностика неисправностей по заданным «неисправным» стендам, практикум по пайке силовых соединений. Тест по разделу.

#### Раздел 4. КОМПАС-3D: проектирование сборок (14 ч)

*Теория.* Параметризация модели: переменные, зависимости, управляемая геометрия. Методы

проектирования «снизу вверх» и «сверху вниз». Компонировочная схема шасси. Библиотеки стандартных изделий: крепёж, подшипники, валы. Особенности проектирования деталей под FDM-печать: зазоры и посадки, минимальная толщина стенки, направление слоёв относительно нагрузки, отказ от нависающих элементов, технологические фаски. Комплект конструкторской документации: сборочный чертёж, чертежи деталей, спецификация.

*Практика.* Создание параметрической детали, изменение габаритов через переменные. Построение компоновки шасси в сборке: базовые плоскости, размещение узлов, увязка размеров. Вставка стандартных изделий из библиотек, проверка присоединительных размеров. Перепроектирование ранее сделанной детали под требования печати. Разработка комплекта документации на узел собственной модели: сборочный чертёж, чертежи деталей, спецификация. Зачётное задание по разделу.

## **Раздел 5. Технология 3D-печати, углублённый уровень (10 ч)**

*Теория.* Инженерные пластики: PETG, ABS, ASA, нейлон, композиты с углеродным и стеклянным наполнителем — свойства, температурные режимы, требования к оборудованию и вентиляции, сушка филамента. Формирование профилей печати под прочные детали. Особенности печати гибких материалов. Обслуживание принтера: натяжение ремней, замена сопла, чистка экструдера, калибровка потока и шагов, диагностика по тестовым моделям. Методы постобработки и окраски.

*Практика.* Печать и испытание образцов из разных материалов, заполнение протокола испытаний. Создание собственного профиля печати для нагруженной детали и проверка его на образце. Печать шин или демпферов из TPU, оценка результата на модели. Техническое обслуживание принтера по регламенту, калибровка. Постобработка деталей и окраска кузова: шлифовка, грунт, окраска, декалирование.

## **Раздел 6. Проектная деятельность: собственная модель (16 ч)**

*Теория.* Этапы инженерного проекта. Структура технического задания: назначение модели, ограничения по массе и габаритам, применяемая электроника, критерии успеха. Требования к защите проекта.

*Практика.* Выбор темы и разработка технического задания, его защита в группе. Эскизная проработка компоновки, расчёты трансмиссии и энергетики. Трёхмерное моделирование деталей проекта, промежуточные просмотры и корректировка. Подготовка к печати, изготовление деталей, приёмка по качеству, перепечатка при необходимости. Сборка модели, монтаж электроники, ведение дневника проекта с фиксацией решений и проблем.

## **Раздел 7. Настройка, испытания, соревнования (6 ч)**

*Практика.* Ходовые испытания собственной модели, заполнение протокола дефектов, доработка конструкции. Тюнинг и настройка под конкретную трассу и покрытие. Подготовка к соревнованиям, регламент, судейство. Внутренние соревнования объединения с зачётом по классам.

## **Раздел 8. Итоговое занятие. Защита проектов и выставка (2 ч)**

*Практика.* Итоговая аттестация в форме защиты проекта: демонстрация модели в движении, представление конструкторской документации, доклад о принятых решениях и выявленных проблемах. Выставка работ. Итоги двух лет обучения, обсуждение перспектив участия в соревнованиях и конкурсах технического творчества.

### **1.4. Планируемые результаты**

#### **Предметные результаты**

**По итогам 1 года обучения обучающийся будет знать:**

- правила охраны труда при работе с ручным инструментом, паяльным оборудованием, аккумуляторами и 3D-принтером;
- классификацию радиоуправляемых автомоделей и общее устройство автомобиля;
- состав и назначение узлов радиоуправляемой модели: шасси, трансмиссия, дифференциал, подвеска, рулевое управление;
- назначение и основные характеристики электронных компонентов: коллекторного двигателя, сервопривода, регулятора хода, приёмника и передатчика, аккумуляторов;
- назначение и базовые инструменты КОМПАС-3D, порядок построения детали и оформления чертежа;
- принцип работы FDM-принтера, свойства основных материалов печати, назначение параметров слайсера.

**будет уметь:**

- разбирать и собирать учебную модель, определять неисправности узлов;
- рассчитывать передаточное отношение и подбирать шестерни;
- выполнять монтаж и пайку электронных компонентов, измерения мультиметром;
- безопасно эксплуатировать и заряжать аккумуляторы;
- создавать в КОМПАС-3D эскизы и твердотельные модели простых деталей, собирать узел, оформлять чертёж, экспортировать в STL;

- подготавливать модель к печати в слайсере, калибровать стол, запускать печать, выполнять постобработку деталей;
- собирать модель из печатных и готовых деталей и выполнять её базовую настройку.

**По итогам 2 года обучения обучающийся будет знать:**

- влияние геометрии подвески и настроек шасси на поведение модели;
- принцип работы и методику подбора бесколлекторного двигателя и регулятора хода;
- расширенные возможности аппаратуры радиоуправления и правила настройки отказоустойчивости;
- особенности инженерных пластиков и правила проектирования деталей под FDM-печать;
- методику работы над инженерным проектом и состав конструкторской документации.

**будет уметь:**

- рассчитывать и обосновывать выбор силовой установки и трансмиссии;
- настраивать модель под трассу и покрытие, диагностировать и устранять неисправности механики и электроники;
- проектировать в КОМПАС-3D параметрические детали и сборки, выпускать комплект документации со спецификацией;
- подбирать материал и профиль печати под назначение детали, обслуживать и калибровать принтер;
- самостоятельно пройти полный цикл: техническое задание → проектирование → изготовление → сборка → испытания → доработка → защита проекта.

**Метапредметные результаты**

- умение планировать работу, распределять время и ресурсы, работать по чертежу и инструкции;
- умение анализировать отказ конструкции, выдвигать и проверять гипотезы о его причине;
- умение находить, оценивать и применять техническую информацию;
- развитое пространственное мышление и способность переходить от идеи к чертежу и изделию;
- умение представлять результат своей работы, аргументировать принятые решения.

**Личностные результаты**

- устойчивый интерес к технике и инженерной деятельности, осознанная ориентация в инженерных профессиях;
- трудолюбие, аккуратность, ответственность за оборудование и результат;
- умение работать в команде, помогать товарищу, принимать критику;
- культура честного соперничества и уважения к сопернику на соревнованиях;
- бережное отношение к материалам, понимание ценности повторного использования и ремонта.

## Раздел 2. Комплекс организационно-педагогических условий

### 2.1. Календарный учебный график

| Показатель                  | 1 год обучения                                                                                                                                                | 2 год обучения   |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Начало учебного периода     | 15 сентября                                                                                                                                                   | 1 сентября       |
| Окончание учебного периода  | 25 мая                                                                                                                                                        | 25 мая           |
| Количество учебных недель   | 36                                                                                                                                                            | 36               |
| Количество учебных дней     | 36                                                                                                                                                            | 36               |
| Количество занятий в неделю | 1 занятие по 2 ч                                                                                                                                              | 1 занятие по 2 ч |
| Всего часов                 | 72                                                                                                                                                            | 72               |
| Каникулярное время          | в соответствии с календарным учебным графиком школы; в каникулы возможны занятия по отдельному расписанию, участие в соревнованиях, выставках, мастер-классах |                  |
| Входная диагностика         | сентябрь                                                                                                                                                      | сентябрь         |
| Промежуточная аттестация    | декабрь, май                                                                                                                                                  | декабрь          |
| Итоговая аттестация         | —                                                                                                                                                             | май              |
| Праздничные дни             | в соответствии с производственным календарём РФ                                                                                                               |                  |

Конкретные даты занятий устанавливаются расписанием ОДОД, утверждаемым директором образовательной организации, и фиксируются в журнале учёта работы объединения. Календарно-тематическое планирование с распределением по занятиям приведено в Приложениях 1 и 2.

## 2.2. Условия реализации программы

### Материально-техническое обеспечение

**Помещения:** учебный кабинет на 13 рабочих мест с компьютерами; зона мастерской (верстаки, монтажные и паяльные посты) с приточно-вытяжной вентиляцией; зона размещения 3D-принтеров; площадка или свободное помещение для тренировочных заездов (трасса из отбойников не менее 8×12 м); шкафы для хранения моделей, материалов и аккумуляторов (металлический ящик или сейф-пакеты для Li-Pol).

### Оборудование и оснащение:

| Наименование                                                                                                         | Количество                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Компьютер или ноутбук с установленной КОМПАС-3D и слайсером                                                          | 13 шт.                    |
| Проектор или интерактивная панель                                                                                    | 1 шт.                     |
| 3D-принтер FDM (рабочее поле не менее 220×220×250 мм)                                                                | 1 шт.                     |
| Филамент PLA, PETG, TPU, ABS/ASA                                                                                     | расходный, по потребности |
| Учебные наборы / шасси радиоуправляемых моделей масштаба 1:10–1:16                                                   | 5–8 шт.                   |
| Коллекторные и бесколлекторные двигатели                                                                             | по 5–8 шт.                |
| Регуляторы хода, сервоприводы                                                                                        | по 8 шт.                  |
| Аппаратура радиоуправления 2,4 ГГц (передатчик + приёмник)                                                           | 4–6 комплектов            |
| Аккумуляторы NiMH и Li-Pol, зарядные устройства с балансировкой                                                      | 8 акк. / 3 ЗУ             |
| Паяльные станции с регулировкой температуры, припой, флюс, оплётка                                                   | 4–6 шт.                   |
| Мультиметры                                                                                                          | 4–6 шт.                   |
| Наборы ручного инструмента: шестигранники, отвёртки, бокорезы, пассатижи, ключи                                      | 8 наборов                 |
| Штангенциркули (цифровые), линейки, угольники                                                                        | 8 шт.                     |
| Расходные материалы: крепёж, подшипники, провода, разъёмы, термоусадка, фиксатор резьбы, клеи, шкурка, грунт, краски | по потребности            |
| Средства индивидуальной защиты: защитные очки, перчатки                                                              | по числу мест             |
| Аптечка, огнетушитель, средства уборки                                                                               | по нормам                 |

### Информационное обеспечение

- лицензионная или учебная (бесплатная для образовательных целей) версия КОМПАС-3D;
- слайсер с открытой лицензией (Ultimaker Cura, PrusaSlicer, OrcaSlicer);
- электронная библиотека: учебники, справочники, инструкции по оборудованию, видеоуроки;
- банк учебных 3D-моделей и чертежей деталей автомоделей;
- презентации, схемы, технологические карты, чек-листы сборки;
- доступ к сети Интернет для поиска технической информации;
- электронная папка объединения (облачное хранилище) для хранения работ обучающихся.

## Кадровое обеспечение

Программу реализует педагог дополнительного образования, имеющий среднее профессиональное или высшее образование по профилю технической, инженерной или педагогической подготовки, владеющий навыками работы в системе трёхмерного проектирования и на оборудовании 3D-печати, прошедший обучение по охране труда и оказанию первой помощи. Допускается привлечение технического специалиста для обслуживания оборудования.

### 2.3. Формы аттестации и контроля

| Вид контроля  | Сроки                                  | Формы                                                                                        |
|---------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Входной       | сентябрь                               | Анкета, беседа, вводное практическое задание, наблюдение                                     |
| Текущий       | на каждом занятии                      | Наблюдение, опрос, проверка практической работы, чек-лист операции, самооценка               |
| Тематический  | по завершении раздела                  | Тест, расчётная задача, зачётное задание в КОМПАС-3D, практическая работа, испытание изделия |
| Промежуточный | декабрь, май 1 года;<br>декабрь 2 года | Теоретический тест, практическое задание, демонстрация модели, внутренние соревнования       |
| Итоговый      | май 2 года                             | Защита проекта: действующая модель + конструкторская документация + доклад; итоговый тест    |

**Формы предъявления результатов:** готовая действующая модель, комплект чертежей и спецификация, дневник проекта, портфолио работ (файлы моделей, фотографии этапов), участие в выставках, внутренних и внешних соревнованиях, конкурсах технического творчества и научно-практических конференциях школьников.

### 2.4. Оценочные материалы

Оценивание ведётся по трём группам показателей — теоретическая подготовка, практические умения, личностные проявления — по трёхуровневой шкале.

| Уровень               | Балл | Характеристика                                                                                                |
|-----------------------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Низкий (стартовый)    | 1    | Владеет менее половины материала, работает только по прямому указанию педагога, нуждается в постоянной помощи |
| Средний (базовый)     | 2    | Владеет материалом в основном объёме, работает по инструкции, обращается за помощью в затруднительных случаях |
| Высокий (продвинутый) | 3    | Владеет материалом в полном объёме, работает самостоятельно, предлагает собственные решения, помогает другим  |

Критерии оценивания практического результата (модели, детали, проекта):

| Критерий                       | Что оценивается                                                                           | Макс. балл |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Работоспособность изделия      | Модель или узел выполняет заданную функцию, выдерживает испытания                         | 3          |
| Качество проектирования        | Корректность модели в КОМПАС-3D, соблюдение зазоров и посадок, технологичность под печать | 3          |
| Качество изготовления и сборки | Отсутствие дефектов печати, аккуратность сборки, качество пайки и монтажа                 | 3          |
| Конструкторская документация   | Полнота и правильность чертежей, спецификации                                             | 3          |
| Самостоятельность              | Доля самостоятельно принятых и реализованных решений                                      | 3          |
| Защита результата              | Полнота и аргументированность доклада, ответы на вопросы                                  | 3          |

Итог: 16–18 баллов — высокий уровень освоения, 11–15 — средний, 6–10 — низкий (требуется индивидуальная доработка).

Инструментарий (тесты, задания, диагностические карты) приведён в Приложениях 3 и 4.

## 2.5. Методические материалы

**Методы обучения:** объяснительно-иллюстративный, репродуктивный (работа по образцу и инструкции), частично-поисковый, проблемный, исследовательский, метод проектов, метод учебного соревнования. Методы воспитания: убеждение, поощрение, личный пример, стимулирование, создание ситуации успеха.

**Формы организации учебного занятия:** комбинированное занятие, лекция-демонстрация, практикум, лабораторная работа, мастер-класс, консультация, работа над проектом, тренировочный заезд, соревнование, выставка, защита проекта, экскурсия.

**Педагогические технологии:** технология проектной деятельности, проблемное обучение, разноуровневое обучение, обучение в сотрудничестве, технология развития критического мышления, здоровьесберегающие технологии, ИКТ-технологии.

**Алгоритм учебного занятия:**

1. Организационный этап, инструктаж по безопасности (3–5 мин).
2. Актуализация опорных знаний, постановка учебной задачи (5–7 мин).
3. Изложение теоретического материала с демонстрацией (10–15 мин).
4. Практическая работа обучающихся с индивидуальным сопровождением (45–55 мин).
5. Динамическая пауза, гимнастика для глаз при работе за компьютером.
6. Контроль результата, разбор типовых ошибок (7–10 мин).
7. Рефлексия, уборка рабочих мест, постановка задачи на следующее занятие (5 мин).

**Дидактические материалы:** технологические карты сборки узлов; чек-листы предполётной (предстартовой) проверки модели; карточки-задания по КОМПАС-3D с эскизами деталей; сравнительные таблицы материалов печати; таблица дефектов печати «признак — причина — решение»; таблица неисправностей модели «симптом — вероятная причина — проверка»; шаблон технического задания и дневника проекта; шаблон протокола испытаний; наглядные пособия — разрезные узлы, стенды с электронными компонентами, коллекция образцов печати.

## **2.6. Рабочая программа воспитания**

**Цель воспитания:** формирование личности обучающегося, обладающей технической культурой, трудолюбием, ответственностью и уважением к труду, готовой к сотрудничеству и осознанному профессиональному выбору.

**Задачи воспитания:** формирование культуры труда и бережного отношения к оборудованию; воспитание умения работать в команде и наставничества внутри объединения; формирование уважения к отечественной инженерной школе и промышленности; развитие волевых качеств через доведение проекта до результата; формирование культуры соперничества и уважения к сопернику.

**Формы и методы воспитания:** личный пример педагога, коллективные проекты, наставничество старших обучающихся, участие в соревнованиях и выставках, встречи с инженерами и представителями предприятий, экскурсии, обсуждение результатов и разбор неудач без обвинений.

**Условия воспитания и анализ результатов:** доброжелательная атмосфера, право на ошибку как элемент инженерной работы, публичное признание достижений. Анализ результатов проводится через педагогическое наблюдение, диагностическую карту личностных проявлений, анкетирование обучающихся и родителей, анализ участия в мероприятиях.

### Календарный план воспитательной работы

| Месяц          | Мероприятие                                                                                                    |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Сентябрь       | День открытых дверей ОДОД, презентация объединения, беседа о технике безопасности как культуре труда           |
| Октябрь        | Экскурсия (в том числе виртуальная) на производство или в технопарк / кванториум                               |
| Ноябрь         | Мастер-класс для младших школьников «Как едет радиоуправляемая машинка»                                        |
| Декабрь        | Новогодняя выставка моделей, промежуточные соревнования                                                        |
| Январь         | Встреча с инженером или студентом технического вуза, беседа о профессиях                                       |
| Февраль        | Соревнования, посвящённые Дню защитника Отечества                                                              |
| Март           | Участие в школьной научно-практической конференции с проектами                                                 |
| Апрель         | День космонавтики: тематическое занятие о роли инженера, конкурс конструкций                                   |
| Май            | Итоговая выставка и соревнования, награждение, чествование выпускников объединения                             |
| В течение года | Участие в городских и районных соревнованиях и конкурсах технического творчества, ведение страницы объединения |

### Список литературы и информационных источников

#### Нормативные документы

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
2. Приказ Министерства просвещения РФ от 27.07.2022 № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным

общеобразовательным программам». — URL:

<http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202209270013>

3. Распоряжение Правительства РФ от 31.03.2022 № 678-р «Об утверждении Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 года».
4. Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы). Письмо Минобрнауки России от 18.11.2015 № 09-3242. — URL: <https://base.garant.ru/43422996/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/>
5. Методические рекомендации по разработке дополнительных общеобразовательных общеразвивающих программ (структура и требования к оформлению). — URL: [https://нмцкемерово.рф/wp-content/uploads/2026/02/МР-ДООП\\_на-сайт.pdf](https://нмцкемерово.рф/wp-content/uploads/2026/02/МР-ДООП_на-сайт.pdf)
6. Методические рекомендации к проектированию дополнительных общеобразовательных программ. — URL: [https://do.krd.ru/sites/default/files/inline-files/rekomendacii\\_k\\_proektirovaniyu\\_programm\\_2020.pdf](https://do.krd.ru/sites/default/files/inline-files/rekomendacii_k_proektirovaniyu_programm_2020.pdf)
7. СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодёжи».
8. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

#### **Программы, использованные в качестве образцов структуры**

9. Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Автомоделирование» (144 ч, 2 года обучения), МБОУ «Образовательный комплекс "СтартУМ"». — URL: [https://shkola13gubkin-r31.gosweb.gosuslugi.ru/netcat\\_files/30/69/Avtomodelirovanie\\_144\\_ch.\\_144ch..pdf](https://shkola13gubkin-r31.gosweb.gosuslugi.ru/netcat_files/30/69/Avtomodelirovanie_144_ch._144ch..pdf)
10. Батурина Е. В. Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «3D моделирование и прототипирование: КОМПАС 3D», МАОУ «Лицей № 29» г. Тамбова, 2023. — URL: [https://liczej29tambov-r68.gosweb.gosuslugi.ru/netcat\\_files/152/2919/DOOP\\_3d\\_modelirovanie...KOMPAS\\_3d\\_Baturina\\_E.V..pdf](https://liczej29tambov-r68.gosweb.gosuslugi.ru/netcat_files/152/2919/DOOP_3d_modelirovanie...KOMPAS_3d_Baturina_E.V..pdf)
11. Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Автомоделист», СЮТ. — URL: [http://sut.edunskol.ru/images/2024-2025/PROGRAMMA/DOOP\\_Avtomodelist24.pdf](http://sut.edunskol.ru/images/2024-2025/PROGRAMMA/DOOP_Avtomodelist24.pdf)
12. Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Основы инженерного дизайна на базе системы трёхмерного проектирования КОМПАС-3D». — URL: <https://docs.pfdo.ru/uploads/programs/3IYcwCOKQu8ymZZv19un8-kMVxbHBzwV3EFgP.pdf>

13. Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «3D-моделирование и 3D-печать в Компас-3D». — URL: <https://58shkola.ru/wp-content/uploads/2025/01/4-kl-3d-modelirovanie-i-3-pechat-v-kompas-3d-1.pdf>

#### **Литература для педагога**

14. Большаков В. П., Бочков А. Л. Основы 3D-моделирования. Изучаем работу в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor. — СПб.: Питер.
15. Большаков В. П. КОМПАС-3D для студентов и школьников. Черчение, информатика, геометрия. — СПб.: БХВ-Петербург.
16. Копосов Д. Г. Технология. 3D-моделирование и прототипирование. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний.
17. Горский В. А. Техническое конструирование и моделирование в системе дополнительного образования. — М.
18. Столяров Ю. С. Техническое творчество школьников. — М.: Педагогика.
19. Ревич Ю. В. Занимательная электроника. — СПб.: БХВ-Петербург.
20. Петин В. А. Проекты с использованием контроллера Arduino. — СПб.: БХВ-Петербург.

#### **Литература и ресурсы для обучающихся**

21. Азбука КОМПАС-3D. Учебное пособие (в составе документации системы). — URL: <https://kompas.ru/publications/>
22. Официальный сайт КОМПАС-3D: учебные версии, уроки, вебинары. — URL: <https://kompas.ru/>
23. Документация слайсера Ultimaker Cura. — URL: <https://support.makerbot.com/>
24. Документация PrusaSlicer и база знаний по 3D-печати. — URL: <https://help.prusa3d.com/>
25. Библиотека моделей для 3D-печати Thingiverse. — URL: <https://www.thingiverse.com/>
26. Библиотека моделей Printables. — URL: <https://www.printables.com/>

## **Приложения**

### **Приложение 1. Календарно-тематическое планирование, 1 год обучения (36 занятий, 72 ч)**

| № зан. | Тема занятия                                                                     | Часы | Форма занятия                 | Форма контроля                  |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------|------|-------------------------------|---------------------------------|
| 1      | Вводное занятие. Охрана труда и техника безопасности. Знакомство с оборудованием | 2    | Беседа, экскурсия по кабинету | Входная диагностика, инструктаж |
| 2      | История автомобиля и автомоделного спорта. Классы автомоделей                    | 2    | Лекция-демонстрация           | Викторина                       |
| 3      | Общее устройство автомобиля. Соответствие узлов модели и автомобиля              | 2    | Комбинированное               | Опрос по схеме                  |
| 4      | Состав радиоуправляемой модели. Разборка и дефектовка учебной модели             | 2    | Практикум                     | Карта состава модели            |
| 5      | Рама и шасси. Компоновки. Развесовка и центр тяжести                             | 2    | Комбинированное               | Практическая работа             |
| 6      | Трансмиссия. Передаточное отношение: расчёт и подбор шестерён                    | 2    | Комбинированное               | Расчётная задача                |
| 7      | Дифференциал: устройство, разборка, обслуживание, регулировка                    | 2    | Практикум                     | Практическая работа             |
| 8      | Подвеска и амортизаторы: типы, ход, жёсткость. Замер и настройка                 | 2    | Практикум                     | Практическая работа             |
| 9      | Рулевое управление и торможение модели. Устранение люфтов. Тест по механике      | 2    | Практикум                     | Тест по разделу                 |
| 10     | Основы электротехники модели. Чтение схемы. Измерения мультиметром               | 2    | Лабораторная работа           | Расчётные задачи                |
| 11     | Коллекторный двигатель: устройство, обслуживание, характеристики                 | 2    | Практикум                     | Практическая работа             |
| 12     | Рулевая машинка (сервопривод): устройство, установка, проверка хода              | 2    | Практикум                     | Практическая работа             |
| 13     | Регулятор хода и приёмник. Аппаратура радиоуправления, привязка, калибровка      | 2    | Практикум                     | Практическая работа             |
| 14     | Аккумуляторы NiMH и Li-Pol. Заряд, хранение, безопасность                        | 2    | Комбинированное               | Зачёт по безопасности           |
| 15     | Практикум по пайке и монтажу. Разъёмы, жгуты. Тест по электронике                | 2    | Практикум                     | Тест по разделу                 |
| 16     | Знакомство с КОМПАС-3D. Интерфейс, типы документов, настройка среды              | 2    | Практикум за ПК               | Практическая работа             |

|    |                                                                           |   |                     |                       |
|----|---------------------------------------------------------------------------|---|---------------------|-----------------------|
| 17 | Эскиз: геометрия, привязки, размеры, параметрические ограничения          | 2 | Практикум за ПК     | Практическая работа   |
| 18 | Твердотельное моделирование: выдавливание, вращение, вырез                | 2 | Практикум за ПК     | Практическая работа   |
| 19 | Массивы, скругления, фаски, оболочка, рёбра жёсткости                     | 2 | Практикум за ПК     | Практическая работа   |
| 20 | Моделирование детали автомобиля: кронштейн амортизатора                   | 2 | Практикум за ПК     | Практическая работа   |
| 21 | Моделирование детали автомобиля: площадка сервопривода и крепление АКБ    | 2 | Практикум за ПК     | Практическая работа   |
| 22 | Сборка узла. Сопряжения. Проверка пересечений                             | 2 | Практикум за ПК     | Практическая работа   |
| 23 | Оформление чертежа детали. Экспорт в STL. Зачётное задание                | 2 | Практикум за ПК     | Зачётное задание      |
| 24 | Аддитивные технологии. Устройство FDM-принтера. Охрана труда при печати   | 2 | Лекция-демонстрация | Опрос, инструктаж     |
| 25 | Материалы печати: PLA, PETG, ABS, TPU. Испытание образцов                 | 2 | Лабораторная работа | Сравнительная таблица |
| 26 | Слайсер: слои, стенки, заполнение, поддержки. Подготовка модели           | 2 | Практикум за ПК     | Практическая работа   |
| 27 | Слайсер: температуры, скорости, охлаждение. Профили под назначение детали | 2 | Практикум за ПК     | Практическая работа   |
| 28 | Калибровка стола, первый слой, запуск печати                              | 2 | Практикум           | Практическая работа   |
| 29 | Дефекты печати: причины и устранение. Постобработка деталей. Тест         | 2 | Практикум           | Тест по разделу       |
| 30 | Сборка шасси: редуктор, рычаги, стойки                                    | 2 | Практикум           | Чек-лист сборки       |
| 31 | Сборка шасси: амортизаторы, рулевой узел, колёса                          | 2 | Практикум           | Чек-лист сборки       |
| 32 | Монтаж электроники, прокладка проводки, привязка аппаратуры               | 2 | Практикум           | Практическая работа   |
| 33 | Первый пуск. Настройка нулей, расходов, схождения, торможения             | 2 | Практикум           | Практическая работа   |
| 34 | Тренировочные заезды. Поиск и устранение неисправностей                   | 2 | Тренировочный заезд | Наблюдение            |

|    |                                                                     |           |                        |                                  |
|----|---------------------------------------------------------------------|-----------|------------------------|----------------------------------|
| 35 | Промежуточная аттестация: теоретический тест и практическое задание | 2         | Аттестационное занятие | Тест, практическое задание       |
| 36 | Внутренние соревнования и выставка моделей. Итоги года              | 2         | Соревнование, выставка | Протокол соревнований, рефлексия |
|    | <b>Итого</b>                                                        | <b>72</b> |                        |                                  |

**Приложение 2. Календарно-тематическое планирование, 2 год обучения (36 занятий, 72 ч)**

| № зан. | Тема занятия                                                                 | Часы | Форма занятия       | Форма контроля                    |
|--------|------------------------------------------------------------------------------|------|---------------------|-----------------------------------|
| 1      | Вводное занятие. Охрана труда. Повторение курса 1 года. Требования к проекту | 2    | Беседа, практикум   | Входная диагностика               |
| 2      | Геометрия подвески: развал, сходжение, кастер, клиренс. Выставление углов    | 2    | Практикум           | Практическая работа               |
| 3      | Расчёт трансмиссии под задачу и покрытие. Подбор пары шестерён               | 2    | Комбинированное     | Расчётная задача                  |
| 4      | Амортизаторы: масла, пружины, настройка. Обслуживание                        | 2    | Практикум           | Практическая работа               |
| 5      | Материалы и прочность деталей. Анализ причин разрушения                      | 2    | Разбор кейсов       | Предложение усиленной конструкции |
| 6      | Аэродинамика модели. Проектирование и установка элемента кузова              | 2    | Практикум           | Практическая работа               |
| 7      | Бесколлекторный двигатель: устройство, KV, подбор под модель                 | 2    | Комбинированное     | Расчётная задача                  |
| 8      | Регулятор хода: программирование, защиты, охлаждение                         | 2    | Практикум           | Практическая работа               |
| 9      | Аппаратура радиоуправления: расходы, экспоненты, fail-safe, памяти моделей   | 2    | Практикум           | Практическая работа               |
| 10     | Энергетика модели: расчёт токов и времени заезда. Диагностика Li-Pol         | 2    | Лабораторная работа | Расчёт и протокол замеров         |
| 11     | Светотехника и телеметрия. Простые модули на микроконтроллере                | 2    | Практикум           | Практическая работа               |

|    |                                                                            |   |                     |                            |
|----|----------------------------------------------------------------------------|---|---------------------|----------------------------|
| 12 | Диагностика неисправностей электроники.<br>Практикум по пайке. Тест        | 2 | Практикум           | Тест по разделу            |
| 13 | Параметризация в КОМПАС-3D: переменные и зависимости                       | 2 | Практикум за ПК     | Практическая работа        |
| 14 | Проектирование «сверху вниз». Компоновочная схема шасси                    | 2 | Практикум за ПК     | Практическая работа        |
| 15 | Компоновка шасси в сборке: размещение узлов, увязка размеров               | 2 | Практикум за ПК     | Практическая работа        |
| 16 | Библиотеки стандартных изделий: крепёж, подшипники, валы                   | 2 | Практикум за ПК     | Практическая работа        |
| 17 | Проектирование под 3D-печать: зазоры, посадки, направление слоёв           | 2 | Практикум за ПК     | Практическая работа        |
| 18 | Чертежи деталей и сборочный чертёж узла                                    | 2 | Практикум за ПК     | Практическая работа        |
| 19 | Спецификация. Комплект документации. Зачётное задание по разделу           | 2 | Практикум за ПК     | Зачётное задание           |
| 20 | Инженерные пластики: PETG, ABS, ASA, нейлон, композиты. Испытание образцов | 2 | Лабораторная работа | Протокол испытаний         |
| 21 | Профили печати для прочных деталей. Проверка на образце                    | 2 | Практикум           | Практическая работа        |
| 22 | Печать гибких деталей (TPU): шины, демпферы                                | 2 | Практикум           | Практическая работа        |
| 23 | Обслуживание принтера: ремни, сопло, экструдер, калибровка потока          | 2 | Практикум           | Практическая работа        |
| 24 | Постобработка и окраска: шлифовка, грунт, окраска кузова, декали           | 2 | Практикум           | Практическая работа        |
| 25 | Выбор темы проекта. Разработка и защита технического задания               | 2 | Работа над проектом | Защита ТЗ                  |
| 26 | Эскизная проработка компоновки. Расчёты трансмиссии и энергетики           | 2 | Работа над проектом | Обсуждение эскиза          |
| 27 | Трёхмерное моделирование деталей проекта (часть 1)                         | 2 | Практикум за ПК     | Промежуточный просмотр     |
| 28 | Трёхмерное моделирование деталей проекта (часть 2)                         | 2 | Практикум за ПК     | Промежуточный просмотр     |
| 29 | Подготовка деталей к печати, запуск изготовления                           | 2 | Практикум           | Проверка задания на печать |

|    |                                                                |           |                     |                       |
|----|----------------------------------------------------------------|-----------|---------------------|-----------------------|
| 30 | Приёмка деталей, постобработка, доработка проблемных деталей   | 2         | Практикум           | Приёмка по качеству   |
| 31 | Сборка модели: шасси и механика                                | 2         | Практикум           | Чек-лист сборки       |
| 32 | Сборка модели: монтаж электроники и проводки                   | 2         | Практикум           | Чек-лист сборки       |
| 33 | Ходовые испытания. Протокол дефектов и доработка               | 2         | Тренировочный заезд | Протокол испытаний    |
| 34 | Тюнинг и настройка модели под трассу                           | 2         | Практикум           | Практическая работа   |
| 35 | Внутренние соревнования объединения                            | 2         | Соревнование        | Протокол соревнований |
| 36 | Итоговая аттестация: защита проектов, выставка, итоги обучения | 2         | Защита проекта      | Итоговая аттестация   |
|    | <b>Итого</b>                                                   | <b>72</b> |                     |                       |

### Приложение 3. Диагностическая карта результатов обучения

Заполняется педагогом 2 раза в год (декабрь, май) по трёхуровневой шкале: 1 — низкий, 2 — средний, 3 — высокий.

| №                               | Показатель                                | Критерий оценки                                     | Дек. | Май |
|---------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------|-----|
| <b>Теоретическая подготовка</b> |                                           |                                                     |      |     |
| 1                               | Знание устройства автомобиля и автомодели | Соответствие знаний программным требованиям         |      |     |
| 2                               | Знание механики модели                    | Объясняет назначение и работу узлов                 |      |     |
| 3                               | Знание электронных компонентов            | Называет компоненты, их характеристики и назначение |      |     |
| 4                               | Владение терминологией CAD и 3D-печати    | Осмысленно и правильно применяет терминологию       |      |     |
| <b>Практическая подготовка</b>  |                                           |                                                     |      |     |
| 5                               | Владение ручным инструментом              | Работает уверенно, аккуратно, безопасно             |      |     |
| 6                               | Навыки пайки и монтажа                    | Качество соединений, аккуратность жгутов            |      |     |

|                                    |                                   |                                                         |  |  |
|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------|--|--|
| 7                                  | Работа в КОМПАС-3D                | Самостоятельно моделирует деталь и оформляет чертёж     |  |  |
| 8                                  | Подготовка и выполнение 3D-печати | Самостоятельно готовит задание и получает годную деталь |  |  |
| 9                                  | Сборка и настройка модели         | Собирает узел по документации, настраивает модель       |  |  |
| 10                                 | Диагностика неисправностей        | Находит причину отказа и устраняет её                   |  |  |
| <b>Метапредметные и личностные</b> |                                   |                                                         |  |  |
| 11                                 | Самостоятельность                 | Доля работы без помощи педагога                         |  |  |
| 12                                 | Планирование деятельности         | Планирует этапы, соблюдает сроки                        |  |  |
| 13                                 | Аккуратность и культура труда     | Состояние рабочего места и изделия                      |  |  |
| 14                                 | Соблюдение правил охраны труда    | Устойчивое выполнение требований                        |  |  |
| 15                                 | Работа в команде                  | Взаимодействует, помогает, принимает критику            |  |  |
| 16                                 | Мотивация и устойчивость интереса | Посещаемость, инициатива, участие в мероприятиях        |  |  |
|                                    | <b>Итого баллов</b>               |                                                         |  |  |

#### Приложение 4. Аттестация: примеры заданий и критерии

**Входная диагностика (сентябрь, 1 год).** Анкета: интересы, опыт технического творчества, опыт работы на компьютере и в графических программах. Практическое мини-задание: собрать простое разъёмное соединение по образцу, назвать инструмент. Беседа о правилах безопасности.

**Промежуточная аттестация, декабрь 1 года.** Теория (тест, 15 вопросов): классы моделей, устройство узлов, назначение электронных компонентов, правила работы с аккумуляторами. Практика: разобрать и собрать заданный узел модели, определить внесённую педагогом неисправность.

**Промежуточная аттестация, май 1 года.** Теория (тест, 20 вопросов): механика, электроника, КОМПАС-3D, 3D-печать. Практика: по выданному эскизу смоделировать деталь в КОМПАС-3D, оформить чертёж, подготовить задание на печать с обоснованием параметров; продемонстрировать собранную модель в движении.

**Промежуточная аттестация, декабрь 2 года.** Теория (тест, 20 вопросов): геометрия подвески, бесколлекторные системы, инженерные пластики, проектирование под печать. Практика: расчёт и обоснование выбора двигателя и передаточного отношения для заданной модели; проектирование параметрической детали.

**Итоговая аттестация, май 2 года — защита проекта.** Требования к проекту: техническое задание; действующая радиоуправляемая модель, не менее 60 % деталей которой спроектированы и напечатаны обучающимся; комплект документации (сборочный чертёж, чертежи не менее 3 деталей, спецификация); дневник проекта; доклад 5–7 минут с ответами на вопросы. Оценивание — по таблице критериев раздела 2.4.

### Приложение 5. Шаблон технического задания на учебный проект

1. **Наименование проекта:** \_\_\_\_\_
2. **Автор (авторы):** \_\_\_\_\_
3. **Назначение модели:** (шоссейная / багги / трофи / дрифт / иное) \_\_\_\_\_
4. **Масштаб и габариты:** длина \_\_\_\_ мм, ширина \_\_\_\_ мм, база \_\_\_\_ мм, клиренс \_\_\_\_ мм
5. **Целевая масса:** \_\_\_\_ г
6. **Тип привода:** моно / полный. Тип подвески: \_\_\_\_\_
7. **Силовая установка:** двигатель \_\_\_\_\_ (тип, KV/витки), регулятор хода \_\_\_\_\_
8. **Питание:** аккумулятор \_\_\_\_\_ (тип, ёмкость, число ячеек), расчётное время заезда \_\_\_\_ мин
9. **Аппаратура радиоуправления:** \_\_\_\_\_, сервопривод \_\_\_\_\_
10. **Расчёт трансмиссии:** пиньон \_\_\_\_ зуб., главная шестерня \_\_\_\_ зуб., передаточное отношение \_\_\_\_
11. **Печатные детали:** перечень с указанием материала и профиля печати
12. **Готовые (покупные) детали:** перечень
13. **Критерии успеха:** модель проезжает \_\_\_\_ м по трассе без отказов; выдерживает \_\_\_\_ заездов; уверенно управляется на покрытии \_\_\_\_\_
14. **План работ и сроки:** таблица «этап — содержание — срок — отметка о выполнении»
15. **Ограничения и риски:** \_\_\_\_\_
16. **Согласовано педагогом:** \_\_\_\_\_ дата \_\_\_\_\_

### Приложение 6. Перечень инструкций по охране труда и технике безопасности

1. Инструкция по охране труда для обучающихся в кабинете технического творчества (общие требования).
2. Инструкция по безопасной работе с ручным слесарным и монтажным инструментом.
3. Инструкция по безопасной работе с паяльным оборудованием.
4. Инструкция по безопасной эксплуатации, заряду и хранению аккумуляторных батарей (в том числе литий-полимерных).
5. Инструкция по безопасной работе на устройстве трёхмерной печати (FDM-принтер).
6. Инструкция по работе с персональным компьютером и требования к организации рабочего места.
7. Инструкция по безопасному проведению тренировочных заездов и соревнований радиоуправляемых моделей.
8. Инструкция по электробезопасности.
9. Инструкция по пожарной безопасности и порядку эвакуации.
10. Инструкция по оказанию первой помощи при термических травмах и порезах.

Все инструктажи проводятся не реже двух раз в год (в начале учебного года и в январе), а также перед каждым новым видом работ, с обязательной регистрацией в журнале инструктажей.