

**МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**«СРЕДНЯЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА № 1 Г.ТОСНО С УГЛУБЛЕННЫМ**  
**ИЗУЧЕНИЕМ ОТДЕЛЬНЫХ ПРЕДМЕТОВ»**

**РАССМОТРЕНА И ПРИНЯТА**

На заседании Педагогического совета  
МБОУ «СОШ № 1 Тосно с углубленным изучением  
отдельных предметов»

Протокол от 30.08.2024 № 1

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор МБОУ «СОШ № 1 Тосно  
с углубленным изучением отдельных предметов»

\_\_\_\_\_  
Г.Н. Бровина

Приказ от 30.08.2024 № 170-од

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ**  
**ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА**  
**«Прототипирование, моделирование и пилотирование БПЛА»**

Направленность: техническая

Возраст учащихся: 12-17 лет

Срок реализации: 1 год

Количество учебных часов: 162 часа

Разработчик

Гамалёв Евгений Николаевич

г. Тосно

2024

**Направленность:** Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Прототипирование, моделирование и пилотирование БПЛА» технической направленности.

**Актуальность программы:** в настоящее время рынок БПЛА (беспилотных летательных аппаратов) стал перспективной и быстроразвивающейся отраслью. Образовательная программа предполагает развитие компетенций в области конструирования, моделирования и беспилотной авиации, а также развитие навыков управления БПЛА.

Благодаря росту возможностей и повышению доступности дронов, потенциал использования их в разных сферах экономики стремительно растёт. Это создало необходимость в новой профессии: оператор БАС. Стратегическая задача курса состоит в подготовке специалистов по конструированию, программированию и эксплуатации БАС.

Настоящая образовательная программа позволяет не только обучить моделировать и конструировать БПЛА, но и подготовить обучающихся к планированию и организации работы над разноуровневыми техническими проектами и в дальнейшем осуществить осознанный выбор вида деятельности в техническом творчестве.

### **Нормативная база**

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» с изменениями и дополнениями.

- Федеральный закон от 24.03.2021 №51-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации».

- Федеральный закон от 30.12.2020 №517-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» и отдельные законодательные акты Российской Федерации».

- Федеральный закон от 26.05.2021 №144-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации».

- Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 27.07.2022 г.

№ 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной

деятельности по дополнительным общеобразовательным программам».

- Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года (распоряжение Правительства Российской Федерации от 31.03.2022 № 678-р).

- Письмо Министерства образования и науки Российской Федерации от 18.11.2015 г. № 09-3242 «О направлении методических рекомендаций по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы)».

- Письмо Минпросвещения России от 31.01.2022 № ДГ-245/06 «О направлении методических рекомендаций по реализации дополнительных общеобразовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий».

- Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020 № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4. 3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи».

- Областной закон Ленинградской области от 24.02.2014 № 6-оз «Об образовании в Ленинградской области».

**Срок реализации:** 1 год.

**Количество часов:** 162 академических часа.

**Формы обучения:** обучение проводится по очной форме.

**Уровень освоения программы** — базовый.

**Адресат программы:** программа предназначена для обучающихся 12-17 лет.

**Новизна** настоящей образовательной программы заключается в интеграции обучения пилотированию, прототипированию и печати элементов малой беспилотной авиации.

**Педагогическая целесообразность** настоящей программы заключается в том, что после ее освоения обучающиеся получают знания и умения, которые позволят им понять основы устройства беспилотного летательного аппарата, принципы работы всех его систем и их взаимодействия, а также управление БПЛА.

Целью программы является формирование у обучающихся навыков по

следующим направлениям: проектная деятельность, работа в команде, аэродинамика и конструирование беспилотных летательных аппаратов, основы радиоэлектроники и схемотехники, программирование микроконтроллеров, лётная эксплуатация БАС (беспилотных авиационных систем). Программа направлена на развитие интереса к проектной и конструкторской.

### **Задачи:**

Образовательные задачи:

- сформировать у обучающихся устойчивые знания в области моделирования и конструирования БАС;
- развить у обучающихся технологические навыки конструирования;
- сформировать у обучающихся навыки современного организационно-экономического мышления, обеспечивающих социальную адаптацию в условиях рыночных отношений.

Развивающие задачи:

- поддержать самостоятельность в учебно-познавательной деятельности;
- развить способность к самореализации и целеустремлённости;
- сформировать техническое мышление и творческий подход к работе;
- развить навыки научно-исследовательской, инженерно-конструкторской и проектной деятельности;
- расширить ассоциативные возможности мышления.

Воспитательные задачи:

- сформировать коммуникативную культуру, внимание, уважение к людям;
- воспитать трудолюбие, развить трудовые умения и навыки, расширить политехнический кругозор и умение планировать работу по реализации замысла, предвидение результата и его достижение;
- сформировать способности к продуктивному общению и сотрудничеству со сверстниками и взрослыми в процессе творческой деятельности.

### **Отличительные особенности программы**

К основным отличительным особенностям настоящей программы можно отнести следующие пункты:

- кейсовая система обучения;
- проектная деятельность;
- направленность на soft-skills;
- игропрактика;
- среда для развития разных ролей в команде;
- сообщество практиков (возможность общаться с детьми, которые преуспели в практике своего направления);
- направленность на развитие системного мышления;
- рефлексия.

### **Формы организации деятельности**

Форма организации занятий: групповая, индивидуальная, индивидуально-групповая и фронтальная. Программой предусмотрено проведение комбинированных занятий: занятия состоят из теоретической и практической частей, причём большее количество времени занимает именно практическая часть.

При проведении занятий используются следующие формы работы:

- Лекция-диалог с использованием метода «перевернутый класс» – когда обучающимся предлагается к следующему занятию ознакомиться с материалами (в т.ч. найденными самостоятельно) на определенную тему для обсуждения в формате диалога на предстоящем занятии;
- Мастер-классы, в рамках которых обучающимся предлагается выполнить определенную работу, результатом которой является некоторый продукт (физический или виртуальный результат). Близкий аналог – фронтальная форма работы, когда обучающиеся синхронно работают под контролем педагога;
- Самостоятельная работа, когда обучающиеся выполняют индивидуальные задания в течение части занятия или нескольких занятий.
- Метод кейсов, мозговой штурм, метод задач и метод проектов. Пример: кейс

– это конкретная задача («случай» – *case, англ.*), которую требуется решить, для этого в режиме «мозгового штурма» предлагаются варианты решения, после этого варианты обсуждаются и выбирается один или несколько путей решения, после чего для решения кейса формируются более мелкие задачи, которые объединяются в проект и реализуются с применением метода командообразования.

**Режим занятий:** занятия по дополнительной образовательной программе проводятся 4 раза в неделю по 1 академическому часу и 1 раз в неделю по 0,5 академического часа (продолжительность академического часа – 45 минут).

### **Критерии и способы определения результативности**

#### **Виды контроля:**

- вводный, который проводится перед началом работы и предназначен для закрепления знаний, умений и навыков по пройденным темам;
- текущий, проводимый в ходе учебного занятия и закрепляющий знания по данной теме;
- итоговый, проводимый после завершения всей учебной программы.

#### **Формы проверки результатов:**

- наблюдение за детьми в процессе работы;
- соревнования;
- индивидуальные и коллективные технические проекты.

### **Ожидаемые результаты**

#### **Предметные:**

- приобретение обучающимися знаний в области моделирования и конструирования БАС;
- занятия по настоящей программе помогут обучающимся сформировать технологические навыки;
- сформированность навыков современного организационно-экономического мышления, обеспечивающая социальную адаптацию в условиях рыночных отношений.

#### **Метапредметные:**

- сформированность у обучающихся самостоятельности в учебно-

познавательной деятельности;

- развитие способности к самореализации и целеустремлённости;
- сформированность у обучающихся технического мышления и творческого

подхода к работе;

- развитость навыков научно-исследовательской, инженерно-конструкторской и проектной деятельности у обучающихся;
- развитые ассоциативные возможности мышления у обучающихся.

#### **Личностные:**

- сформированность коммуникативной культуры обучающихся, внимание, уважение к людям;
- развитие трудолюбия, трудовых умений и навыков, широкий политехнический кругозор;
- сформированность умения планировать работу по реализации замысла, способность предвидеть результат и достигать его, при необходимости вносить коррективы в первоначальный замысел;
- сформированность способности к продуктивному общению и сотрудничеству со сверстниками и взрослыми в процессе творческой деятельности.

#### **Формы подведения итогов реализации программы**

- выполнение практических полётов (визуальных и с FPV);
- практические работы по сборке, программированию и ремонту квадрокоптеров;
- творческие задания (подготовка проектов и их презентация).

**Календарный учебный график реализации дополнительной общеобразовательной  
общеразвивающей программы  
«Прототипирование, моделирование и пилотирование БПЛА» на 2024/2025  
учебный год**

Год обучения	Дата начала обучения по программе	Дата окончания обучения по программе	Всего учебных недель год	Количество учебных часов всего в год	Режим занятий
1 год	02.09.2024	31.05.2025	36	162	5 раз в неделю

**Планируемые результаты освоения образовательной программы**

*Личностные результаты освоения дополнительной общеобразовательной  
общеразвивающей программы*

- уважительное отношение к культуре своего народа;
- ответственное отношение к обучению;
- готовность и способность к саморазвитию и самообразованию на основе мотивации к обучению и познанию в области научных технологий;
- бережное отношение к духовным ценностям;
- нравственное сознание, чувство, поведение на основе сознательного



усвоения общечеловеческих нравственных ценностей;

- эстетические потребности, ценности и чувства.

*Метапредметные результаты освоения дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы*

Учащиеся научатся на доступном уровне:

- осваивать способы решения проблем творческого и научного характера и определения наиболее эффективных способов достижения результата;
- организовывать сотрудничество с педагогом и сверстниками, работать в группе;
- владеть основами самоконтроля, самооценки;
- продуктивно общаться и взаимодействовать;
- развивать художественные, психомоторные, коммуникативные способности;
- развивать наблюдательность, ассоциативное мышление, эстетический и художественный вкус и творческое воображение.

*Предметные результаты освоения дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы*

Учащиеся познакомятся:

- с технологией изготовления квадракоптера из бросового материала,
- со схемами изготовления квадракоптера,
- с историей возникновения квадракоптера,
- с правилами ТБ, со схемами изготовления.

Учащиеся научатся:

- подбирать корпус, соответствующие цепи, подбирать цвета для изделий;
- читать схемы,
- самостоятельно собирать поделки по схемам, выбирать изделия, которые сами дети будут выполнять.

**Условия реализации программы:**

Рабочее место обучающегося:

ноутбук: производительность процессора (по тесту PassMark — CPU BenchMark <http://www.cpubenchmark.net/>): не менее 2000 единиц; объём оперативной памяти: не менее 4 Гб; объём накопителя SSD/eMMC: не менее 128 Гб (или соответствующий по характеристикам персональный компьютер с монитором, клавиатурой и колонками); мышь.

Рабочее место наставника:

ноутбук: процессор Intel Core i5-4590/AMD FX 8350 — аналогичная или более новая модель, графический процессор NVIDIA GeForce GTX 970, AMD Radeon R9 290 — аналогичная или более новая модель, объём оперативной памяти: не менее 4 Гб, видеовыход HDMI 1.4, DisplayPort 1.2 или более новая модель (или соответствующий по характеристикам персональный компьютер с монитором, клавиатурой и колонками);

презентационное оборудование с возможностью подключения к компьютеру — 1 комплект;

флипчарт с комплектом листов/маркерная доска, соответствующий набор письменных принадлежностей — 1 шт.;

единая сеть Wi-Fi.

### **Программное обеспечение:**

- офисное программное обеспечение;
- программное обеспечение для трёхмерного моделирования (Autodesk Fusion 360);
- графический редактор.

## **Содержание**

## **программы**

Кейс «Введение в мир прототипирования». Понятие аддитивных технологий. Правила безопасной эксплуатации установок и аппаратов для аддитивного производства. Применение аддитивных технологий в различных отраслях промышленности, в образовании, сфере услуг, медицине. Особенности обеспечения безопасных условий труда в сфере аддитивного производства. Инструктаж по ТБ и ОТ. Особенности программного продукта, основное назначение, преимущества для разработки прототипов различных изделий. Обзор интерфейса: файлы, настройка, конфигурации видовых окон панель с кнопками управления видовыми окнами, перемещение объекта, масштабирование, системы координат. Создание учетной записи Autodesk, запуск FUSION 360. Построение геометрических объектов.

Кейс «Как оно выглядит со всех сторон». Знакомство с методами разработки конструкторской документации. Правила и ГОСТы. Основная надпись конструкторского чертежа по ГОСТ 2.104— 2006. Подготовка чертежного листа. Вставка видов на чертежный лист, произвольные виды. Виды и слои. Стандартные виды. Произвольный вид. Проекционный вид. Чертёж. Создание видов втулочно-пальцевой муфты. Линии, разрезы и сечения. Добавление вида по стрелке и вида-разреза в чертеж втулочно-пальцевой муфты. Построение размеров и редактирование размерных надписей. Обозначения на чертеже. Создание рабочего чертежа объекта с нанесением размеров.

Кейс «Трехмерное моделирование. Проект загородного дома». Знакомство с понятием модульности промышленного изделия. Основные инструменты: Create sketch, Line, 2-Point rectangle, Extrude, Modify, Sketch Dimension. Создание и доработка

трехмерной модели коттеджа, презентация результатов, выставка рендеров. Кейс «Полигональное 3D моделирование - создание персонажа», инструменты Create Form: Sculpt, Attached Canvas, Quadball, Modify, Insert Edge, Extrude, Subdivide, Torus, Symmetry, T-Spline Body, Cylinder, Pipe, Spline, Plane, UnWeld Edges, Weld Vertices, Thicken, Thickness, Sphere, Flatten. Создание трехмерной модели медвежонка. Создание визуализации и презентация результатов.

Кейс «Компоненты, соединения компонентов. Шарнир Гука». Понятие компонентов в Fusion 360. Создание компонентов. Использование нескольких способов при создании компонентов. Работа с различными типами соединений компонентов. Жесткое соединение. Вращение. Шарнирное соединение. Соединение скольжения (слайдер). Обобщение. Создание групп. Создание шарнира по чертежам.

Кейс «Изготовление трехмерных моделей. Разработка и «прототипирование тисков». Основные настройки 3D принтера и подготовка его к печати. Экструдер и его устройство. Устройство, назначение, правила настройки и калибровки 3D принтера. Создание заданий (программ) для 3D печати. Программы слайсеры. Интерфейс программы слайсера. Подготовка и настройка параметров печати 3D-модели, в программах слайсерах. Сохранение задания (G-code). Особенности постобработки готового изделия. Разработка и прототипирование тисков. Презентация результатов.

Кейс «Изготовление подвижного механизма». Проектирование и прототипирование заводной машинки. Проектирование корпуса. Проектирование и прототипирование заводного механизма изделия. Проектирование и прототипирование редуктора устройства. Анализ и улучшение готовой модели. Итоговое занятие. Презентация результатов.

Вводное занятие. Инструктаж по технике безопасности. Техника безопасности. Правила поведения в помещении, где проводятся занятия. Материалы и инструменты. Демонстрация возможностей управления коптером. Правила пользования электрооборудованием.

Теоретические основы аэродинамики. Основы аэродинамики: строение крыла, закон Бернулли, атмосферное давление. Принципы движения летательных аппаратов на примере самолета и вертолета, сравнение с коптерами. Строение пропеллера.

Теория мультироторных систем. Различия в конструкции мультироторных систем. Современные виды БПЛА. Особенности работы и виды полётных контроллеров. Практика. Тестирование обучающихся на предмет знания составных частей мультикоптеров и понимания их функционирования. Тестирование на предмет определения уровня знаний в области принципов управления мультироторными системами.

Управление беспилотным летательным аппаратом. Использование универсального пульта управления, базовые настройки. Калибровка пульта управления. Проверка работоспособности систем дрона. Практические занятия по запуску беспилотного летательного аппарата. Управление простыми учебными квадрокоптерами.

Учебно-тренировочные запуски радиоуправляемых моделей. Учебно-тренировочные запуски. Разбор ошибок, допущенных при запусках моделей. Пилотирование и управление квадрокоптером.

Первые учебные полёты. «Взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», перемещения «впередназад», «влево-вправо». Разбор аварийных ситуаций.

Пилотирование квадрокоптером. Производство полётов. Выполнение полётного задания: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».

Сложный пилотаж. Совершенствование управления дроном. Полёт на предельно малой высоте. Полёт на скорость и точность выполнения манёвра.

Учебно-тренировочные полёты по маршруту. Знакомство с маршрутом гоночной трассы. Пробные полеты по заданному маршруту. Повышение мастерства пилотирования.

Участие в соревнованиях. Проведение гоночных соревнований на скорость и правильность выполнения полёта по маршруту.

Итоговое занятие. Подведение итогов учебного года. Анализ результатов, показанных на соревнованиях и конкурсах.

## Календарно-тематическое планирование

№	Тема	Кол-во часов
1.	Введение. Актуальность, особенности и перспективы аддитивных технологий.	1
2.	Введение. Актуальность, особенности и перспективы аддитивных технологий.	1
3.	Инструктаж по технике безопасности. Организация рабочего места.	1
4.	Инструктаж по технике безопасности. Организация рабочего места.	1
5.	Общие понятия о прототипировании. Современные технологии. Знакомство с рядом моделей 3D-принтеров.	1
6.	Материал, используемый при печати. Знакомство с конструкцией и принципами работы 3D-принтера Picaso Bilder. Его технические характеристики	1
7.	Создание проекта	1
8.	Создание проекта	1
9.	Построение геометрических объектов	1
10.	Построение геометрических объектов	1
11.	Виды графического изображения объектов	1
12.	Виды графического изображения объектов	1
13.	Правила построения эскизов	1
14.	Правила построения эскизов	1
15.	Оформление чертежей по ЕСКД	1
16.	Оформление чертежей по ЕСКД	1
17.	Линии, разрезы и сечения	1
18.	Линии, разрезы и сечения	1
19.	Вставка размеров	1
20.	Вставка размеров	1
21.	Создание чертежа объекта	1
22.	Создание чертежа объекта	1

23.	Презентация чертежей, осуждение результатов	1
24.	Презентация чертежей, осуждение результатов	1
25.	Знакомство с понятием модульности промышленного изделия	1
26.	Знакомство с понятием модульности промышленного изделия	1
27.	Кейс «Как оно выглядит со всех сторон»	1
28.	Кейс «Как оно выглядит со всех сторон»	1
29.	Создание трехмерной модели коттеджа по заранее разработанному эскизу	1
30.	Создание трехмерной модели коттеджа по заранее разработанному эскизу	1
31.	Доработка модели на основе собственного эскиза	1
32.	Доработка модели на основе собственного эскиза	1
33.	Интерфейс модуля «рендер» в Fusion 360. Настройка сцены для рендеринга	1
34.	Интерфейс модуля «рендер» в Fusion 360. Настройка сцены для рендеринга	1
35.	Презентация результатов, выставка рендеров	1
36.	Презентация результатов, выставка рендеров	1
37.	Инструменты Create Form	1
38.	Инструменты Create Form	1
39.	Создание трехмерной модели хвостовика беспилотника	1
40.	Создание трехмерной модели хвостовика беспилотника	1
41.	Создание визуализации и презентация результатов.	1
42.	Создание визуализации и презентация результатов.	1
43.	Понятие компонентов их создание несколькими способами	1
44.	Понятие компонентов их создание несколькими способами	1
45.	Работа с различными типами соединений компонентов	1
46.	Работа с различными типами соединений компонентов	1
47.	Создание шарнира по чертежам	1
48.	Создание шарнира по чертежам	1
49.	Основные настройки 3D принтера и подготовка его к печати	1
50.	Основные настройки 3D принтера и подготовка его к печати	1
51.	Создание заданий (программ) для 3D печати	1



52.	Создание заданий (программ) для 3D печати	1
53.	Особенности постобработки готового изделия	1
54.	Особенности постобработки готового изделия	1
55.	Разработка чертежа, опираясь на внешний вид устройства	1
56.	Разработка чертежа, опираясь на внешний вид устройства	1
57.	Выполнение построения 3D- модели на основе созданного эскиза. Печать и сборка конструкции.	1
58.	Выполнение построения 3D- модели на основе созданного эскиза. Печать и сборка конструкции.	1
59.	Кейс «Изготовление трехмерных моделей. Разработка и «прототипирование тисков»	1
60.	Кейс «Изготовление трехмерных моделей. Разработка и «прототипирование тисков»	1
61.	Презентация результатов	1
62.	Презентация результатов	1
63.	Прототипирование заводного механизма изделия	1
64.	Прототипирование заводного механизма изделия	1
65.	Проектирование и прототипирование редуктора устройства	1
66.	Проектирование и прототипирование редуктора устройства	1
67.	Анализ и улучшение готовой модели	1
68.	Анализ и улучшение готовой модели	1
69.	Введение в пилотирование БПЛА в режиме FPV. История и перспективы	1
70.	Введение в пилотирование БПЛА в режиме FPV. История и перспективы	1
71.	Основные виды БПЛА и сферы их использования	1
72.	Основные виды БПЛА и сферы их использования	1
73.	Основной состав frv комплекта. Аналоговые и цифровые системы frv	1
74.	Основной состав frv комплекта. Аналоговые и цифровые системы frv	1
75.	Лучшие пилоты в мире frv дронов	
76.	Лучшие пилоты в мире frv дронов	1
77.	Использование коптеров в различных сферах деятельности	1
78.	Использование коптеров в различных сферах деятельности	1
79.	Законодательство в области использования БПЛА	1
80.	Законодательство в области использования БПЛА	1
81.	Теория БПЛА	1
82.	Теория БПЛА	1

83.	Устройство БПЛА	1
84.	Устройство БПЛА	1
85.	Различные виды авиасимуляторов и их применение (DCL – The Game, Liftoff, FPV Freerider). Подключение аппаратуры и калибровка стиков в авиасимуляторе	1
86.	Различные виды авиасимуляторов и их применение (DCL – The Game, Liftoff, FPV Freerider). Подключение аппаратуры и калибровка стиков в авиасимуляторе	1
87.	Назначения стиков (газ, рысканье, крен, тангаж). Пилотирование БПЛА мультироторного типа в авиасимуляторе	1
88.	Назначения стиков (газ, рысканье, крен, тангаж). Пилотирование БПЛА мультироторного типа в авиасимуляторе	1
89.	Пилотирование дрона в авиасимуляторе	1
90.	Пилотирование дрона в авиасимуляторе	1
91.	Соревнования в полетном симуляторе	1
92.	Соревнования в полетном симуляторе	1
93.	Проектирование дрона	1
94.	Проектирование дрона	1
95.	Сборка БПЛА	1
96.	Сборка БПЛА	1
97.	Разработка конструкции основных элементов БПЛА	
98.	Разработка конструкции основных элементов БПЛА	
99.	Анализ и выявление недостатков существующей конструкции БПЛА	1
100.	Анализ и выявление недостатков существующей конструкции БПЛА	1
101.	Разработка альтернативных вариантов конструктивных решений для БПЛА	1
102.	Разработка альтернативных вариантов конструктивных решений для БПЛА	1
103.	Разработка и модернизация конструкции базового блока БПЛА	1
104.	Разработка и модернизация конструкции базового блока БПЛА	1
105.	Создание 3Д моделей элементов конструкции, прочностной и динамический анализ	1
106.	Создание 3Д моделей элементов конструкции, прочностной и динамический анализ	1
107.	Изготовление элементов конструкции	1
108.	Изготовление элементов конструкции	1
109.	Модернизация программного обеспечения БПЛА	1

110.	Модернизация программного обеспечения БПЛА	1
111.	Сборка и испытание модернизированного БПЛА	1
112.	Сборка и испытание модернизированного БПЛА	1
113.	Подготовка презентационного доклада по результатам модернизации	1
114.	Подготовка презентационного доклада по результатам модернизации	1
115.	Конференция с докладом по результатам модернизации БПЛА	1
116.	Конференция с докладом по результатам модернизации БПЛА	1
117.	Техника безопасности при пилотировании БПЛА мультироторного типа в помещении	1
118.	Техника безопасности при пилотировании БПЛА мультироторного типа в помещении	1
119.	Предполетная подготовка БПЛА	1
120.	Предполетная подготовка БПЛА	1
121.	Управление аппаратом в различных погодных условиях	1
122.	Управление аппаратом в различных погодных условиях	1
123.	Основные виды неисправностей БПЛА и способы их устранения	1
124.	Основные виды неисправностей БПЛА и способы их устранения	1
125.	Первый взлет. Зависание на малой высоте. Посадка	1
126.	Первый взлет. Зависание на малой высоте. Посадка	1
127.	Настройка БПЛА и первый полёт	1
128.	Настройка БПЛА и первый полёт	1
129.	Полетные режимы	1
130.	Полетные режимы	1
131.	Фигуры пилотажа	1
132.	Фигуры пилотажа	1
133.	FPV пилотирование	1
134.	FPV пилотирование	1
135.	Автономное управление квадрокоптером	1
136.	Автономное управление квадрокоптером	1
137.	Устройства для управления квадрокоптером автономно	1
138.	Устройства для управления квадрокоптером автономно	1
139.	Тестовые полёты с использованием устройства и управлением с помощью Arduino	1

140.	Тестовые полёты с использованием устройства и управлением с помощью Arduino	1
141.	Написание кода и корректирование конструкции устройства	1
142.	Написание кода и корректирование конструкции устройства	1
143.	Полетные задания. Составление и согласование полетов	1
144.	Полетные задания. Составление и согласование полетов	1
145.	Программирование БПЛА съемки на фото и видео фиксацию с заданным интервалом и перекрытием снимков	1
146.	Программирование БПЛА съемки на фото и видео фиксацию с заданным интервалом и перекрытием снимков	1
147.	Фото и видео материалы, получаемые с квадрокоптера	1
148.	Фото и видео материалы, получаемые с квадрокоптера	1
149.	Экспорт данных с квадрокоптера на ПК	1
150.	Экспорт данных с квадрокоптера на ПК	1
151.	Возможное программное обеспечение для камеральной обработки полученных данных	1
152.	Возможное программное обеспечение для камеральной обработки полученных данных	1
153.	Составление маршрута полета и задания для аэросъемки	1
154.	Составление маршрута полета и задания для аэросъемки	1
155.	Полёт по усложнённой схеме	1
156.	Полёт по усложнённой схеме	1
157.	Принципы построения гоночных трасс	1
158.	Принципы построения гоночных трасс	1
159.	Работа на квадрокоптерах в здании школы по выполнению отдельных приемов преодоления гоночной трассы	1
160.	Работа на квадрокоптерах в здании школы по выполнению отдельных приемов преодоления гоночной трассы	1
161.	Подведение итогов освоения образовательной программы	1
162.	Подведение итогов освоения образовательной программы	1

### Формы контроля

Раздел или тема программы	Формы занятий	Приёмы и методы организации образовательного процесса	Дидактический материал	Техническое оснащение занятий	Формы подведения итогов
Теория мультироторн	Лекция, дискуссия	Беседа по теме занятия,	Записи в тетрадах,	Интерактивн ая доска,	Полёт на симуляторе без

<b>ых систем. Основы управления. Полёты на симуляторе</b>	практическ ое занятие	индивидуальная работа с ПО	справочный материал из ПО для полетов	ноутбук с ПО, RC- пульт	ошибок пилотирования
<b>Сборка и настройка квадрокоптер а Учебные полёты</b>	Лекция, дискуссия, практическ ое занятие, workshop	Работа в группах, индивидуальная работа с ПО	Инструкция по сборке, справочный материал из ПО для полетов	Интерактивн ая доска, ноутбук с ПО, квадрокопте р, RC-пульт	Тестовые полёты на собственноруч но собранном квадрокоптере
<b>Настройка, установка FPV – оборудования</b>	Лекция, дискуссия практическ ое занятие, workshop	Работа в группах, индивидуальная работа с ПО	Справочный материал из ПО для полетов	Интерактивн ая доска, ноутбук с ПО, квадрокопте р, очки для FPV-полетов, FPV-модуль	Выполнение полётов с FPV- оборудованием
<b>Работа в группах над инженерным проектом</b>	Метод задач, метод кейсов, работа в группах	Работа в группах	Записи в тетрадах	Ноутбук, интерактивна я доска	Защита проекта

### Оценочные материалы

В данном разделе отражаются оценочные материалы, позволяющие определить достижение учащимися планируемых результатов.

*Оценка результативности реализации дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы*

<b>Входная диагностика</b>		
<i>Низкий уровень</i>	<i>Средний уровень</i>	<i>Высокий уровень</i>
<i>Критерий 1: Теоретические знания</i>		
Полное отсутствие представлений о данном направлении	Имеются представления о данном направлении	Знание технологии изготовления квадрокоптера
<i>Критерий 2: Владение специальной терминологией</i>		

Незнание терминологии изучаемого курса	Незначительные пробелы в знании терминологии курса	Знание терминологии курса
<i>Критерий 3: Практические умения и навыки предусмотренные программой</i>		
Неумение пользоваться (слабое умение) пользоваться колющими и режущими инструментами, клеящими составами; неумение пользоваться инструкционно-технологическими картами	Умеет правильно пользоваться распространенными инструментами, имеет представление о пользование инструкционно-технологической картой. Имеются небольшие навыки работы с природным материалом, с пряжей, нитками	Умение правильно пользоваться инструментами, умение работать с инструкционно-технологической картой. Имеются навыки работы с природным материалом, с пряжей
<i>Критерий 4: Творческие навыки</i>		
Отсутствия творчества в работе	Небольшие проявления творчества в освоении учебного материала	Умеренное проявление творчества в освоении учебного материала
<b>Критерии 5: Самостоятельность</b>		
Неумение работать самостоятельно	Эпизодические применения самостоятельности работы	Периодическое применения самостоятельности в работе
<b>Текущая диагностика</b>		
<i>Низкий уровень</i>	<i>Средний уровень</i>	<i>Высокий уровень</i>
<i>Критерий 1: Теоретические знания</i>		
Отсутствие знаний (слабые знания) технологии изготовления изделий, незнание правил обращения со специальными инструментами	Незначительные пробелы в знании технологии изготовления изделий	Прочное знание технологии изготовления изделия

<i>Критерий 2: Владение специальной терминологии</i>		
Слабое знание терминологии курса	Незначительные пробелы в знании терминологии курса	Знание терминологии курса
<i>Критерий 3: Практические умения и навыки, предусмотренные программой</i>		
Слабое умение пользоваться специальными инструментами, слабые навыки работы с инструкционно-технологическими картами, слабые навыки выполнения изделий	Умение правильно пользоваться большей частью специальных инструментов, умение выполнять изделия при небольшой поддержке педагога	Уверенная работа с инструкционно-технологической картой; целесообразное использование инструментов, аккуратность, экономичность в расходовании материалов, прочные умения и навыки работы
<i>Критерий 4: Творческие навыки</i>		
Отсутствие творчества в работа	Сочетание репродуктивных и творческий навыков	Выдвижение новых идей, стремление их воплотить в своей работе
<i>Критерий 5: Самостоятельность</i>		
Неумение работать самостоятельно	Сочетание навыков самостоятельной работы под руководством и контролем педагога	Стремление как можно чаще проявлять самостоятельность в работе
<b>Итоговая диагностика</b>		
<i>Низкий уровень</i>	<i>Средний уровень</i>	<i>Высокий уровень</i>
<i>Критерий 1: Теоретические знания</i>		
Слабое знание технологии изготовления изделий, слабое знание правил безопасности труда	Незначительные пробелы в знании технологии изготовления изделий	Прочное знание изготовления изделий

<i>Критерий 2: Владение специальной терминологии</i>		
Слабое знание терминологии курса	Незначительные пробелы в знании терминологии курса	Отсутствие пробелов в знании терминологии курса
<i>Критерий 3: Практические умения и навыки, предусмотренные программой</i>		
Допускает ошибки в технологии изготовления изделий, неаккуратность в работе, ошибки в обращении со специальными инструментами, слабые навыки работа с технологической картой	Умение разрабатывать собственные эскиз изделия, допускаются незначительные ошибки в технологии изготовления изделия, присутствие навыком аккуратности, экономичности в работе с материалами, соблюдение правил техники безопасности под контролем педагога	Уверенная работа с технологической картой; умение разрабатывать собственный эскиз изделия и технологию его изготовления; целесообразное использование инструментов, аккуратность, экономичность в расходовании материалов
<i>Критерий 4: Творческие навыки</i>		
Слабые проявления творчества	Умеренные проявления творчества в работе	Проявление индивидуального творческого подхода к выполнению любого изделия
<i>Критерий 5: Самостоятельность</i>		
Слабые навыки самостоятельной работы	Умеренное проявление самостоятельности в работе	Высокоразвитое умение самостоятельно, без помощи педагога, выполнять изделия

### Список используемой литературы



1. Евсеевичева: Секреты простых механизмов. - издательство ОлмаМедиаГрупп, 2013.
2. Серия: Как это работает ISBN: 978-5-373-05131-6.
3. Научно-популярный журнал «Квантик», <http://www.kvantik.ru/>;
4. Журнал «САПР и графика»
5. Autodesk Fusion 360 Introduction to Parametric Modeling. - Ascent - Center for Technical, 2016.
6. Discover how design works [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://academy.autodesk.com/explore-and-learn> (дата обращения: 29.10.2018).
7. Fusion 360 [Электронный ресурс]. –Режим доступа: <https://www.cadlearning.com/product/100062> (дата обращения: 29.10.2018).
8. Гурьянов А.Е. Моделирование управления квадрокоптером. Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон, журн. 2014. №8 Режим доступа: <http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html> (Дата обращения 20.10.15)
9. Ефимов Е. Програмируем квадрокоптер на Arduino: Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/227425/> (Дата обращения 20.10.15)
10. Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. Рига, 2010. Режим доступа: <http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/OsnovyajerodtnamikiRiga.pdf> (Дата обращения 20.10.15)
11. Канатников А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости. Наука и образование. МЕТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. №3. Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html> (дата обращения 17.04.2014).
12. Понфиленок О.В., Шлыков А.И., Коригодский А.А. «Клевер. Конструирование и программирование квадрокоптеров». Москва, 2016.
13. Яценков Валерий: «Электроника. Твой первый квадрокоптер. Теория и практика», <http://www.ozon.ru/context/detail/id/135412298/>