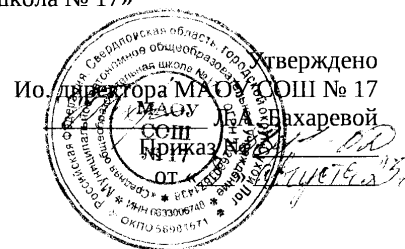


Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение  
«Средняя общеобразовательная школа № 17»

Принята на заседании  
Методического совета  
от «29» августа 2023.  
Протокол № 1/1



**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ  
ОБЩЕРАЗВВАЮЩАЯ ПРОГРАММА**

**ТЕХНИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ**

**«Квадрокоптер: устройство, конструирование, пилотирование»**

Возраст обучающихся: 10-14 лет

Срок реализации общеразвивающей программы: 1 год

Автор-разработчик:  
Егоров Василий Николаевич,  
педагог дополнительного образования

г. Сухой Лог  
2023 г.

## 1.1. Пояснительная записка

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Точки роста» «Квадрокоптер: устройство, конструирование, пилотирование» (БПЛА) технической направленности разработана в соответствии с нормативными документами:

1. Федеральным законом от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (в ред. от 13.07.2015 г.); Концепцией развития дополнительного образования детей (Распоряжение Правительства РФ от 4 сентября 2014 г. № 9 1726-р);

2. Приказом Министерства просвещения России от 09 ноября 2018 г. № 196 «Об утверждении порядка Организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;

3. Методическими рекомендациями по проектированию дополнительных общеобразовательных общеразвивающих программ в Республике Коми (Приказ МО РК от 27 января 2016 г. № 07-27/45).

4. Приказом Министерства Просвещения Российской Федерации от 30.09.2020 г. № 533 «О внесении изменений в порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам, утверждённый приказом Министерства Просвещения Российской Федерации от 9 ноября 2018 г. № 196, п. 1.

5. Профессиональный стандарт «Педагог дополнительного образования детей и взрослых» (приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 5 мая 2018 г. № 298н).

6. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 сентября 2020 г. № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодёжи».

7. Федеральный Закон РФ от 29.12.2012 г. № 273 «Об образовании в Российской Федерации» (в редакции Федерального закона от 31.07.2020 № 304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся») (далее – 273-ФЗ).

8. Федеральный Закон РФ от 29.12.2012 г. № 273 «Об образовании в Российской Федерации» (в редакции Федерального закона от 31.07.2020 № 304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся») (далее – 273-ФЗ);

### Концепция программы

В настоящее время рынок беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) – стал очень перспективной и быстроразвивающейся отраслью. Очень скоро БПЛА станут неотъемлемой частью повседневной жизни: мы будем использовать БПЛА не только в СМИ и развлекательной сферах, но и в инфраструктуре, страховании, сельском хозяйстве и обеспечении безопасности, появятся новые профессии, связанные с ростом рынка.

**Актуальность.** Современные тенденции развития роботизированных комплексов в авиации получили реализацию в виде беспилотных авиационных систем (БАС).

В настоящее время наблюдается лавинообразный рост интереса к беспилотной авиации как инновационному направлению развития современной техники, хотя история развития этого направления началась уже более 100 лет тому назад. Развитие современных и перспективных технологий позволяет сегодня беспилотным летательным аппаратам успешно выполнять такие функции, которые в прошлом были им недоступны или выполнялись другими силами и средствами.

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 ребенка 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.

**Новизна** настоящей образовательной программы заключается в том, что она интегрирует в себе достижения современных и инновационных направлений в малой беспилотной авиации.

**Отличительная особенность.** Настоящая общеобразовательная общеразвивающая программа дополнительного образования детей имеет техническую направленность. Предполагает дополнительное образование детей в области конструирования, моделирования и беспилотной авиации, программа также направлена на формирование у детей знаний и навыков, необходимых для работы с беспилотными авиационными системами (БАС). Программа позволяет создавать благоприятные условия для развития технических способностей школьников. Настоящая программа соответствует общекультурному уровню освоения и предполагает удовлетворение познавательного интереса обучающегося, расширение его информированности в области беспилотных летательных аппаратов и систем, а также обогащение навыками общения и приобретение умений совместной деятельности в освоении программы.

**Уровень ДООП «Квадрокоптер: устройство, конструирование, пилотирование»:** стартовый (ознакомительный).

### **Организационно-педагогические основы обучения**

**Адресат программы.** Программа адресована учащимся 10 - 14 лет, не имеющим базовой подготовки и специальных умений. Группа формируется из учащихся, желающих систематически посещать занятия.

Количество занимающихся в группе – 10 - 15 человек.

**Вид программы по уровню освоения:** стартовый (ознакомительный) уровень.

**Объем программы:** 68 часа в год

Срок реализации:

Программа рассчитана на 1 год обучения, 2 час в неделю

**Форма обучения:** очная

**Режим занятий:** 2 раза в неделю по 1 часу

Расписание занятий составляется в соответствии с СП 2.4.3648-20 «Санитарноэпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи».

### **Особенности организации образовательного процесса.**

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.

Виды занятий:

- 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;

- Workshop и Tutorial (практическое занятие – hard skills), что по сути является разновидностями мастер-классов, где 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;

- конференции внутриквантовые и межквантовые, на которых обучающиеся делятся опытом друг с другом и рассказывают о собственных достижениях;

- самостоятельная работа, когда обучающиеся выполняют индивидуальные задания в течение части занятия или нескольких занятий;

Занятия кружка будут проводиться на базе Центра образования цифрового и гуманитарного профилей «Точка роста», созданного в целях развития и реализации основных и дополнительных общеобразовательных программ цифрового, естественнонаучного и гуманитарного профилей, формирования социальной культуры, проектной деятельности, направленной не только на расширение познавательных интересов школьников, но и на стимулирование активности, инициативы и исследовательской деятельности обучающихся.

## 1.2. Цель и задачи программы

**Цель программы:** формирование у обучающихся устойчивых soft-skills и hardskills по следующим направлениям: проектная деятельность, теория решения изобретательских задач, работа в команде, аэродинамика и конструирование беспилотных летательных аппаратов, основы радиоэлектроники и схемотехники, лётная эксплуатация БАС (беспилотных авиационных систем).

### **Задачи:**

#### *Образовательные:*

- 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:*

- 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:*

- 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.

### 1.3. Содержание программы

*Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе. (18 ч.)*

Знакомство с правилами техники безопасности на занятиях. Изучение истории возникновения мультироторных систем, их развитие и применение в настоящее время. Изучение основ управления летательным аппаратом. Занятия на компьютерном симуляторе полётов для выработки навыков и понимания процессов пилотирования.

*Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты. (17ч.)*

Изучение устройства механической и электронной части летательного аппарата. Знакомство с особенностями устройства и эксплуатации квадрокоптера, его устройств и аккумуляторных батарей. Учебные полёты, выполнение простейших полётных заданий, развитие навыков управления квадрокоптером. Запуск запрограммированного на полётный маршрут дрона и управление им в режиме «реального времени»

*Настройка FPV -оборудования. Полеты от первого лица. (32 ч.)*

Изучение FPV – оборудования, его разновидностей и особенностей. Настройка радиооборудования и видеоборудования, полёты «от первого лица».

*Итоговая аттестация (1 ч.)*

Сдача зачёта по пройденному материалу и прохождение квалификационного трека.

#### Учебный план

| Разделы | Темы   | Всего часов | Теория    | Практика  |
|---------|--|-------------|-----------|-----------|
| I       | Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе. | 18          | 6         | 12        |
| II      | Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты.                      | 17          | 4         | 13        |
| III     | Настройка, установка FPV - оборудования. Полеты от первого лица.       | 32          | 10        | 22        |
|         | Итоговая аттестация  | 1           | 0         | 2         |
|         | <b>Итого:</b>  | <b>68</b>   | <b>20</b> | <b>47</b> |

#### Календарно-тематическое планирование

| №п/п  | Тема   | Количество часов | Календарные сроки | Электронные (цифровые) образовательные ресурсы  | Контрольные работы и (или) практические работы |
|---|--|------------------|-------------------|---|--|
| <b>I. Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе. (18 часов)</b> |  |                  |                   |   |  |
| 1   | Теория БПЛА. История создания, разновидности, применение БПЛА. Виды коптеров | 4                | Сентябрь, октябрь | <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/Беспилотный_летательный_аппарат">https://ru.wikipedia.org/wiki/Беспилотный_летательный_аппарат</a>   |  |
| 2   | Основные базовые элементы коптера. Полётный контроллер. Контроллеры          | 10               | Октябрь           | <a href="https://tehnika.expert/cifrovaya/kvadrokoptyery/chto-eto-takoe-i-kak-rabotaet.html">https://tehnika.expert/cifrovaya/kvadrokoptyery/chto-eto-takoe-i-kak-rabotaet.html</a> |  |

|   |  |   |                    |   |  |
|---|--|---|--------------------|---|--|
|   | двигателей.  |   |                    |   |  |
| 3   | Правила безопасности при подготовке к полетам, управлении беспилотным летательным аппаратом.   | 4 | Октябрь,<br>Ноябрь | <a href="https://tehnika.expert/cifrovaya/kvadrokoptery/chto-eto-takoe-i-kak-rabotaet.html">https://tehnika.expert/cifrovaya/kvadrokoptery/chto-eto-takoe-i-kak-rabotaet.html</a> | Зачёт по технике безопасности и правилам управления БПЛА |
| <b>II. Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты. (17 часов)</b>     |  |   |                    |   |  |
| 4   | Знакомство с квадрокоптерами DJI,<br>Изучение компонентов.<br>Зарядка аккумуляторных батарей, установка.<br>Установка, снятие защитной клетки.<br>Замена пропеллеров | 8 | Ноябрь             | <a href="https://dji-blog.ru/novichkam">https://dji-blog.ru/novichkam</a>   |  |
| 5   | Рассмотрение возможных неисправностей квадрокоптера и путей устранения неисправности   | 9 | Декабрь            | <a href="https://dji-blog.ru/novichkam">https://dji-blog.ru/novichkam</a>   | Зачёт по теоретической части программы                   |
| <b>III. Настройка FPV -оборудования. Полеты от первого лица. (34 часов)</b> |  |   |                    |   |  |
| 6   | Теория ручного визуального пилотирования.<br>Техника безопасности при лётной эксплуатации коптеров.  | 6 | Январь             | <a href="https://dji-blog.ru/sovety/kak-izbezhat-stolknovenija-drona-s-pticami.html">https://dji-blog.ru/sovety/kak-izbezhat-stolknovenija-drona-s-pticami.html</a>               |  |
| 7   | Первый взлет.<br>Зависание на малой высоте.<br>Привыкание к пульту управления.   | 7 | Февраль            | <a href="https://dji-blog.ru">https://dji-blog.ru</a>   | Тестовые полёты  |
| 8   | Полёты на коптере. Взлет.<br>Висение. Полёт в зоне пилотажа.<br>Вперед-назад, влево—вправо.<br>Посадка.  | 7 | Март               | <a href="https://4vision.ru/catalog/mavic.html">https://4vision.ru/catalog/mavic.html</a>   | Выполнение полётов с FPV-оборудованием                   |

|    |   |   |        |   |  |
|----|---|---|--------|---|--|
| 9  | Полёт по кругу, с удержанием и изменением высоты. Посадка                             | 8 | Апрель | <a href="https://4vision.ru/catalog/mavic.html">https://4vision.ru/catalog/mavic.html</a> | Выполнение полётов с указанием маршрута                  |
| 10 | Полет с использованием функции удержания высоты и курса. Произведение аэрофотосъемки. | 6 | Май    | <a href="https://4vision.ru/catalog/mavic.html">https://4vision.ru/catalog/mavic.html</a> | Выполнение полётов с использованием камеры квадрокоптера |

#### 1.4 Планируемые результаты программы

Реализация ДООП «Квадрокоптер: устройство, конструирование, пилотирование» предполагает следующие результаты:

##### 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.

##### 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. 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.

#### 2.1 Условия реализации программы

##### 1. Учебно-методическое обеспечение:

- нормативно-правовые документы;
- дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа;
- методическая литература;
- интернет-ресурсы;
- инструкции по технике безопасности.

##### 2. Материально-техническое обеспечение:

Для более качественного образования обучающихся необходимо выполнить следующие условия обеспечения программы:

- обеспечить обучающихся необходимой учебной и методической литературой;
- создать условия для безопасных учебных полётов в помещении;
- создать условия для разработки проектов;
- обеспечить удобным местом для индивидуальной и групповой работы;
- обеспечить обучающихся аппаратными и программными средствами. 3.

Аппаратные средства:

– компьютеры/ноутбуки: 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);

- смартфон;
- квадрокоптер – DJI tello;
- программаторы для микроконтроллеров;
- устройства для презентации: проектор, экран;
- локальная сеть для обмена данными;
- выход в глобальную сеть Интернет;

4. Программные средства:

- операционная система;
- Albatros Ground Station (программное обеспечение для управления беспилотными летательными аппаратами самолетного и мультироторного типа);

## 2.2 Форма подведения итогов реализации программы

Для отслеживания успешности овладения учащимися содержанием программы используется педагогическое наблюдение и педагогический анализ результатов активности обучающихся на занятиях, выполняемых ими заданий.

| Сроки                     | Задачи  | Форма   | Критерии                     |
|---------------------------|---|---|------------------------------|
| Сентябрь -<br>входящий    | Определить исходный уровень развития учащихся   | Собеседование, интервью   | Высокий<br>Средний<br>Низкий |
| Январь -<br>промежуточный | Навыки общения и работы в коллективе, знание теоретического материала по пройденным темам, степень владения практическими приобретёнными навыками.                | Наблюдение  | Высокий<br>Средний<br>Низкий |
| Май – итоговый            | Выявление индивидуальной динамики качества усвоения предмета. Контроль освоения нового материала, улучшения практических навыков, понимания изучаемого материала. | Зачёт по теоретической части программы, прохождение квалификационно трека | Высокий<br>Средний<br>Низкий |



### 2.3 Оценочные материалы

Оценка освоения учащимся программы производится три раза в год в следующих формах:

- наблюдение;
- практические занятия;
- зачётное занятие.

#### Критерии оценивания:

##### 1. Наблюдение

Низкий уровень - учащийся не знает технических особенностей квадрокоптеров, не может ориентироваться в частях устройства и не знает их назначения, принципов функционирования и правил безопасной деятельности с ними.

Средний уровень - учащийся имеет слабое представление об устройстве квадрокоптера, с трудом может ориентироваться в устройстве и принципах работы летательного аппарата и его частях.

Высокий уровень - учащийся знает устройство и принципы функционирования квадрокоптера, знает и применяет правила техники безопасности, осмысленно применяет полученные знания и навыки при практической деятельности.

##### 2. Практическое занятие:

Оценивание:

Низкий уровень - учащийся не выражает свои мысли и суждения, не знает устройства квадрокоптера и не понимает влияния различных факторов на управление квадрокоптером и поведение летательного аппарата в воздухе;

Средний уровень - учащийся с трудом выражает свои мысли и суждения, слабо знает устройство летательного аппарата, частично понимает и умеет пользоваться особенностями и факторами, влияющими на полёт аппарата;

Высокий уровень - учащийся свободно выражает свои мысли и суждения, хорошо знает и понимает особенности устройства летательного аппарата и влияние различных факторов на полёт квадрокоптера, умеет предусмотреть поведение дрона в воздухе.

##### 3. Зачётное занятие.

Оценивание:

Низкий уровень – слабые теоретические знания и практические навыки;

Средний уровень – средние знания и практические навыки, понимание связи теории и практики;

Высокий уровень – уверенные твёрдые знания и практические навыки, полное понимание связи теории с практикой и влияния разнообразных факторов и особенностей конструкции на сборку и управление квадрокоптером.

Содержательный контроль и оценка результатов учащихся предусматривает выявление индивидуальной динамики качества усвоения предмета ребёнком и не допускает сравнения его с другими детьми.

### 2.4 Методическое обеспечение

Программа предполагает сочетания репродуктивной и творческой деятельности. Во время знакомства с новым материалом деятельность носит репродуктивный характер, так как учащиеся воспроизводят знания и способы действий. Репродуктивная деятельность выражается в форме упражнений. Поиск нового способа, новых элементов, создания работ по собственному замыслу является примером творческой деятельности.

Занятия по программе проводятся на основе общих педагогических принципов:

1. Принцип доступности и последовательности предполагает построение учебного процесса от простого к сложному.

2. Учет возрастных особенностей – содержание и методика работы должны быть ориентированы на детей конкретного возраста.

3. Принцип наглядности предполагает широкое использование наглядных и дидактических пособий, технических средств обучения, делающих учебно-воспитательный процесс более эффективным.

4. Принцип связи теории с практикой – органичное сочетание в работе с детьми необходимых теоретических знаний и практических умений, и навыков.

5. Принцип актуальности предполагает максимальную приближенность содержания программы к реальным условиям жизни и деятельности детей.

6. Принцип деятельностного подхода – любые знания приобретаются ребенком во время активной деятельности.

7. Принцип культуросообразности основывается на ценностях региональной, национальной и мировой культуры, технологически реализуется по средствам культурно-средового подхода к организации деятельности в детском объединении.

8. Принцип гармонии простоты и красоты лежит в основе любого вида деятельности, одновременно является критерием творческой деятельности и результатом в процессе саморазвития творческих способностей.

## 2.6. Список литературы

### Учебно-методическая литература для педагога

#### **Основная:**

1. Белинская Ю.С. «Реализация типовых маневров четырехвинтового вертолета». Молодежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2013. №4. Режим доступа: <http://ainsnt.ru/doc/551872.html> (дата обращения 02.09.2022).

2. Гурьянов А. Е. «Моделирование управления квадрокоптером». Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2014 №8 Режим доступа: <http://www.ainjournal.ru/doc/723331.html> (дата обращения 02.09.2022).

3. Канатников А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости.

4. Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. №3. Режим доступа: <http://engineering-science.ru/archive.html> (дата обращения 02.09.2022).

5. Мартынов А.К. Экспериментальная аэродинамика. М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1950. 479 с.

#### **Дополнительная:**

6. Alderete T.S. “Simulator Aero Model Implementation” NASA Ames Research Center, Moffett Field, California. P. 21. Режим доступа: <http://www.aviationsystemsdivision.arc.nasa.gov/publications/hitl/rtsim/Toms.pdf> (дата обращения 02.09.2022).

7. LIPO SAFETY AND MANAGEMENT: Режим доступа: <http://aerobot.com.au/support/training/lipo-safety> (Дата обращения 02.09.2022)

8. Лекции от «Коптер-экспресс» <https://ru.coex.tech/education>.

9. Murray R.M., Li Z, Sastry S.S. A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation. SRC Press, 1994. P. 474.

### Литература для учащихся:

1. Мартынов А.К. Экспериментальная аэродинамика. М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1950. 479 с. 13. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы. СПб: Питер, 2005. 337.

2. Редакция Tom'sHardwareGuide. FPV- мультикоптеры: обзор технологии и железа. 25 июня 2014. Режим доступа: [http://www.thg.ru/consumer/obzor\\_fpv\\_multicopterov/print.html](http://www.thg.ru/consumer/obzor_fpv_multicopterov/print.html) (Дата обращения 02.09.2022).

3. Видеоуроки DJI Tutorials: <https://pilotshub.ru/news/mavic-air-user-guide>