

Министерство образования и науки Республики Адыгея  
Государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного  
образования Республики Адыгея «Центр дополнительного образования детей  
Республики Адыгея»

«Согласовано»:  
Заместитель директора по  
учебно-воспитательной работе  
*И.И. Мангаженко*  
«13» 09. 2019 г.



«УТВЕРЖДАЮ»:  
Директор ЦДОД  
*Яцковец А.А.*  
2019 г.  
Приказ № 129 от «13» 09. 2019 г.

Принят на заседании  
Педагогического совета  
Протокол № 1  
от «13» 09. 2019 г.

**Дополнительная общеобразовательная  
общеразвивающая программа аэроквантума «БПЛА: от  
идеи к полету»**

Направленность – техническая  
Сроки реализации программы – 1 год  
Вид программы – модифицированная  
Возраст обучающихся – 11-17 лет  
Педагог дополнительного образования Простаков Олег Александрович

г. Майкоп, 2019 год

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дополнительное образование призвано отобразить многообразие человеческой деятельности, способствовать всестороннему развитию учащихся с учетом их интересов, склонностей, возрастных особенностей. В основе дополнительного образования – планирование предстоящей деятельности, познание основ и начального знакомства с выбранным направлением деятельности, организация рабочего места, достижение высокого качества труда при полной его безопасности.

**Актуальность** данной программы заключается в том, что, занимаясь в аэрокванториуме, дети знакомятся с современными подходами в области самолетостроения, создания беспилотных летательных аппаратов, в нашем случае – квадрокоптеров. Юные конструкторы получают много полезных сведений и навыков. Рассматриваются актуальные и перспективные темы в авиастроении: аэродинамика и теория полета, принципы построения и элементы системы управления, композитные материалы, аддитивные технологии и другие.

**Отличительной особенностью** данной программы является проектная работа участников. Благодаря росту возможностей и повышению доступности дронов, потенциал использования их в разных сферах экономики стремительно растёт. Это создало необходимость в новой профессии: оператор БПЛА. Стратегическая задача курса состоит в подготовке специалистов по конструированию, программированию и эксплуатации БПЛА.

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.

**Направленность программы** – научно-техническая.

**Целью** данной общеобразовательной общеразвивающей программы является привлечение подростков к проектной работе в области инженерной и изобретательской деятельности. Заинтересовать обучающихся инновационностью и перспективностью беспилотных авиационных систем (в дальнейшем — БАС) и содействовать им в профессиональном самоопределении.

Формирование у обучающихся устойчивых знаний и навыков по таким направлениям, как: авиамоделирование, основы радиоэлектроники и схемотехники, программирование микроконтроллеров, прикладное применение БПЛА.

Программа направлена на развитие в ребенке интереса к проектной, конструкторской и научной деятельности, значительно расширяющей кругозор и образованность ребенка.

Создание условий для мотивации, подготовки и профессиональной ориентации школьников для возможного продолжения учёбы в ВУЗах и последующей работы на предприятиях по специальностям, связанных с робототехникой и авиастроением.

### **Задачи:**

- Усвоение информации о применении БАС в современности и в будущем;
- Освоение базовых знаний об устройстве и функционировании беспилотных летательных аппаратов (БПЛА);

- Выработка у обучающихся навыков самопрезентации, работы в команде и ответственности за свои действия;
- Приобретение опыта работы своими руками над собственным проектом, направленным на решение реальных задач;
- Знакомство с основами наук, занимающихся изучением физических процессов в летательных аппаратах;
- Развитие навыка пилотирования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) на практике;
- Изучение основ устройства автономно летающих роботов, работы микроконтроллеров и датчиков;
- Получение навыков работы с электронными компонентами.

**Адресат:** занятия проводятся с обучающимися в возрасте 11-17 лет.

**Реализации программы построена следующим образом:**

Срок реализации программы – 1 год. Программа рассчитана на 36 недель; 6 часов в неделю; всего – 216 учебных часов в год. Количество занятий в неделю – 2 (3 академических часа) или 3 (2 академических часа). Занятия построено по принципу 45 минут работы, 10 минут отдыха или смены деятельности.

**Форма обучения** – очная.

**Особенности организации образовательного процесса.** Образовательный процесс (занятия) осуществляется в группах детей разного возраста. Состав группы постоянный; количество обучающихся в группе – 12-14 человек.

Программа предоставляет обучающимся возможность освоения учебного содержания занятий с учетом их уровней общего развития, способностей, мотивации. В рамках программы предполагается реализация параллельных процессов освоения содержания программы на разных уровнях доступности и степени сложности, с опорой на диагностику стартовых возможностей каждого из участников. Содержание, предлагаемые задания и задачи, предметный материал программы дополнительного образования детей организованы в соответствии со следующими уровнями сложности:

- 1) *«Начальный уровень».* Участнику предлагается знакомство с основными представлениями, не требующими владения специализированными предметными знаниями и концепциями, участие в решении заданий и задач, обладающих минимальным уровнем сложности, необходимым для освоения содержания программы.
- 2) *«Базовый уровень».* Участнику предлагается участие в постановке и решении таких заданий и задач, для которых необходимо использование специализированных предметных знаний, концепций.
- 3) *«Углубленный уровень».* Участнику предлагается участие в постановке и решении таких заданий и задач, для которых необходимо использование сложных, специализированных предметных знаний, концепций (возможно требуется корректное использование концепций и представлений из разных предметных областей), научиться документировать ход работы и результаты.

## УЧЕБНЫЙ ПЛАН

Наименование разделов и тем		Общее кол-во часов	В том числе			Форма контроля
			Теория	Практика	Проекты	
1. Введение	<i>Н</i>	16	8	8	0	Тест
	<i>Б</i>	16	8	8	0	Тест
	<i>У</i>	16	8	8	0	Мини-проект
2. Основы электричества	<i>Н</i>	42	15	15	12	Проект-проба + тест
	<i>Б</i>	42	11	17	14	Проект-проба + тест
	<i>У</i>	42	5	15	22	Проект-проба + тест
3. Устройство и принцип работы квадрокоптера	<i>Н</i>	42	14	18	10	Проект-проба + тест
	<i>Б</i>	42	10	18	14	Проект-проба + тест
	<i>У</i>	42	8	18	16	Проект-проба + тест
4. FPV-оборудование	<i>Н</i>	14	6	8	0	Полет + тест
	<i>Б</i>	14	4	10	0	Полет + тест
	<i>У</i>	14	2	12	0	Полет + тест
5. Основы программирования микроконтроллеров	<i>Н</i>	64	15	25	24	Проект-проба + тест
	<i>Б</i>	64	13	27	24	Проект-проба + тест
	<i>У</i>	64	15	21	32	Проект-проба + тест
6. Знакомство с Raspberry Pi	<i>Н</i>	24	12	12	0	Настройка + тест
	<i>Б</i>	24	10	10	4	Проект + тест
	<i>У</i>	24	8	8	8	Проект + тест
6. Математика	<i>Н</i>	24	12	10	2	Опрос
	<i>Б</i>	24	12	8	4	
	<i>У</i>	24	12	6	6	
<b>Итого часов:</b>						<b>216 часов</b>

*Н* – начальный уровень,

*Б* – базовый уровень,

*У* – углубленный уровень

## УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ темы	Название разделов и тем	Кол-во часов
<b>Введение</b>		
1.	Вводная лекция о содержании курса. История БПЛА	2
2.	Правовые основы. Техника безопасности.	2
3.	Проектная деятельность. Введение.	2
4.	Принципы управления, виды и строение БПЛА.	2
5.	Аэродинамика – наука о полете	4
6.	Проектная деятельность. Поиск проблем для решения	2
<b>Основы электричества</b>		
7.	Основные понятия электричества. Светодиод.	2
8.	Работа с мультиметром. Тактовая кнопка.	2
9.	Переменное сопротивление.	2
10.	Транзисторы.	2
11.	Последовательное соединение проводников.	2
12.	Терморезистор и фоторезистор.	2
13.	Делитель напряжения.	2
14.	Вольт-амперная характеристика.	2
15.	Проектная деятельность. Прототипирование	2
16.	RGB – светодиод.	2
17.	Параллельное соединение проводников.	2
18.	Конденсатор.	2
19.	Однопереходный транзистор.	2
20.	Литий-полимерные аккумуляторы.	4
21.	Проектная деятельность. Прототипирование.	2
22.	Основы пайки.	4
23.	Проектная деятельность. Прототипирование.	2
24.	Основы пайки.	2
25.	Итоговое занятие.	2
<b>Устройство и принципы работы коптера</b>		
26.	Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления. Полетный симулятор.	2
27.	Виды двигателей. Бесколлекторные двигатели.	2
28.	Плата разводки питания.	2
29.	Рама квадрокоптера. Виды, материалы, сборка.	4
30.	Проектное обучение. Прототипирование.	2
31.	Электронный регулятор скорости(ESC). Виды, сборка.	4
32.	Проектное обучение. Прототипирование.	2
33.	Полетный контроллер. Виды, особенности, сборка.	2
34.	Настройка полетного контроллера и аппаратуры управления.	2
35.	Проектное обучение. Прототипирование.	2

36.	Инструктаж по ТБ полетов. Полеты на симуляторе.	2
37.	Учебные полеты. Взлет и посадка.	2
38.	Проектное обучение. Прототипирование.	2
39.	Учебные полеты. Удержание высоты.	2
40.	Учебные полеты. Движение в разных плоскостях.	2
41.	Проектное обучение. Прототипирование.	2
42.	Разбор полетов. Основные ошибки.	2
43.	Учебные полеты. Упражнения на маневрирование.	2
44.	Проектное обучение. Прототипирование.	2
<b>FPV – оборудование</b>		
45.	Оборудование для видеотрансляции. Настройка.	4
46.	Радиоприемник. Установка и подключение.	2
47.	Проектное обучение. Прототипирование.	2
48.	Учебные полеты с использованием FPV.	4
<b>Основы программирование микроконтроллеров</b>		
49.	Основы программирования. Платформа Arduino.	4
50.	Управление светодиодом.	2
51.	Управление серводвигателем.	2
52.	Управление RGB светодиодом.	2
53.	Работа с кнопкой.	2
54.	Проектное обучение. Прототипирование.	2
55.	Схема светофора.	2
56.	Термодатчик.	2
57.	Проектное обучение. Прототипирование.	2
58.	Вывод информации на LCD экран.	2
59.	Комнатный термометр.	2
60.	Работа с транзистором.	2
61.	Использование бузера	2
62.	Ультразвуковой датчик расстояния.	4
63.	Создание электронной рулетки.	2
64.	Автоматизация работы. Имитация турникета в метро	2
65.	Проектное обучение. Испытания.	2
66.	Создание функций. Управление «светофором» с помощью функций.	4
67.	Проектное обучение. Испытания.	2
68.	Создание электронной «Музыкальной шкатулки».	4
69.	Проектное обучение. Представление.	2
70.	Следящий сервопривод.	4
71.	Проектное обучение. Представление.	2
72.	Обобщение знаний. Квадрокоптер с системой сигнализации при обнаружении препятствия.	6
73.	Проектное обучение. Представление.	2
<b>Знакомство с Raspberry Pi</b>		

74.	ОС Raspbian. Установка операционной системы и подготовка компьютера к запуску.	2
75.	Первый запуск и базовые настройки операционной системы.	2
76.	Знакомство с Linux.	4
77.	Работа с LXTerminal. Основные принципы и команды.	4
78.	Настройка подключения к локальной сети интернет.	2
79.	Установка и удаление программ в системе Linux.	2
80.	Знакомство с группой контактов GPIO	2
81.	Рефлексия курса.	2
82.	Математика	
83.	Простая геометрия. Фигуры на плоскости.	2
84.	Простая геометрия. Основные формулы.	2
85.	Простая геометрия. Практическое применение.	2
86.	Графы. Наглядное описание. Основные типы	2
87.	Графы. Области применения.	2
88.	Графы. Практическое применение.	2
89.	Теория множеств Операции над множествами	2
90.	Математическая логика	2
91.	Теория множеств. Практическое применение.	2
92.	Комбинаторика.	2
93.	Событие. Понятие вероятности	2
94.	Теория вероятностей. Практическое применение.	2
<b>Итого:</b>		<b>216 ч.</b>

## СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

### Раздел 1 «Введение»

Название темы	Содержание обучения
1. Вводная лекция о содержании курса. История БПЛА. 2. Правовые основы. Техника безопасности. 3. Принципы управления, виды и строение БПЛА. 4. Аэродинамика – наука о движении в воздушной среде.	Основы аэродинамики, строения БПЛА.  Изучение правового законодательства.

**Тема 1. Вводная лекция о содержании курса. История БПЛА Теория: История БПЛА. Россияне, влиявшие на направление.**

*Практика:*

- 1) 1)Полет на хобби-квадрокоптерах, взлет и посадка.
- 2) 2)Полет на хобби-квадрокоптерах, полет по кругу.
- 3) 3)Полет на хобби-квадрокоптерах, полоса препятствий.

**Тема 2. Правовые основы. Техника безопасности**

*Теория:* Изучение статей Воздушного кодекса РФ, ответственности за нарушения.

*Практика:*

- 1) 1)Рассмотрение спорных ситуаций.
- 2) 2)Рассмотрение примеров нарушений.
- 3) 3)Юридическая ответственность.

**Тема 3. Принципы управления, виды и строение БПЛА**

*Теория:* Виды БПЛА. Строение и отличительные особенности коптера.

*Практика:*

- 1) 1)Полет на хобби-квадрокоптерах, полет по кругу.
- 2) 2)Полет на хобби-квадрокоптерах, полоса препятствий.
- 3) 3)Полет на хобби-квадрокоптерах, полет через кольца.

**Тема 4. Аэродинамика – наука о полете Теория: Законы аэродинамики.**

*Практика:*

- 1) 1)Сборка обычного бумажного самолета.
- 2) 2)Сборка бумажного самолетика-планера.
- 3) 3)Решение простейших задач по аэродинамике.

### Раздел 2 «Основы электричества»

Название темы	Содержание обучения
---------------	---------------------



<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные понятия электричества. Светодиод.</li> <li>2. Работа с мультиметром. Тактовая кнопка.</li> <li>3. Переменное сопротивление.</li> <li>4. Транзисторы.</li> <li>5. Последовательное соединение проводников.</li> <li>6. Терморезистор и фоторезистор.</li> <li>7. Делитель напряжения.</li> <li>8. Вольтамперная характеристика.</li> <li>9. RGB – светодиод.</li> <li>10. Параллельное соединение проводников.</li> <li>11. Конденсатор.</li> <li>12. Однопереходный транзистор.</li> <li>13. Литий-полимерные аккумуляторы.</li> <li>14. Основы пайки.</li> </ol>	<p>Знакомство с основными понятиями и устройствами электрических устройств.</p>
--	---

### ***Тема 1. Основные понятия электричества. Светодиод.***

*Теория:* Закон Ома.

*Практика:*

- 1) Светящийся диод.
- 2) Светящийся диод и расчет характеристик.
- 3) Два светящихся диода, соединенных последовательно, с расчетом характеристик.

### ***Тема 2. Работа с мультиметром. Тактовая кнопка.***

*Теория:* Устройство, режимы работы, функционал мультиметра. Устройство тактовой кнопки.

*Практика:*

- 1) Светодиод с активацией по кнопке.
- 2) Светодиод с активацией по кнопке и измерение характеристик с помощью мультиметра.
- 3) Передача сообщений посредством азбуки Морзе.

### ***Тема 3. Переменное сопротивление.***

*Теория:* Реостат и потенциометр, их назначение и применение.

*Практика:*

- 1) Регулирование яркости светодиода.
- 2) Сборка схемы с тактовой кнопкой и потенциометром.
- 3) Измерение характеристик с помощью мультиметра при разных положениях потенциометра.

### ***Тема 4. Транзисторы.***

*Теория:* Описание и разновидности транзисторов.

*Практика:*

- 1) Построение цепи на основе биполярного транзистора.
- 2) Построение цепи на основе полевого транзистора.
- 3) Регулирование вращения моторов с помощью транзистора.

### ***Тема 5. Последовательное соединение проводников.***

*Теория:* Характеристики и особенности.

*Практика:*

- 1) Расчет электрической цепи.
- 2) Сборка схемы с двумя резисторами и светодиодом. Расчет электрической цепи и выводы.
- 3) Расчет максимально возможного количества светодиодов, которых можно подключить последовательно к электрической цепи 5В и 0.5А. Проверка на практике.

### ***Тема 6. Терморезистор и фоторезистор.***

*Теория:* Описание и особенности использования.

*Практика:*

- 1) Фонарь, наоборот.
- 2) Фиксатор температуры.
- 3) Фиксатор освещения и температуры.

### ***Тема 7. Делитель напряжения.***

*Теория:* Принцип деления напряжения.

*Практика:*

- 1) Расчет параметров цепи.
- 2) Расчет резисторов для конкретного выходного напряжения
- 3) Расчет резисторов, при известном входном/выходном напряжении

### ***Тема 8. Вольт-амперная характеристика.***

*Теория:* Определение и функциональное предназначение.

*Практика:*

- 1) Построение ВАХ в электрической цепи.
- 2) Построение таблицы ВАХ.
- 3) Построение таблицы и графика ВАХ.

### ***Тема 9. RGB-светодиод.***

*Теория:* Особенности подключения полноцветного светодиода.

*Практика:*

- 1) Подключение RGB-светодиода в электрическую цепь.
- 2) Светофор из RGB-светодиода посредством тактовых кнопок
- 3) Изменение цветов RGB-светодиода посредством потенциометров

### ***Тема 10. Параллельное соединение проводников.***

*Теория:* Характеристики и особенности.

*Практика:*

- 1) Расчет электрической цепи.
- 2) Сборка схемы с 3 светодиодами, соединенным параллельно.
- 3) Сборка схемы с тактовой кнопкой и светодиодами, соединенным параллельно.

### ***Тема 11. Конденсатор.***

*Теория:* Разновидности, характеристики и применение.

*Практика:*

- 1) Сборка электрической цепи с конденсатором.
- 2) Сборка электрической цепи с двумя последовательно подключенными конденсаторами.
- 3) Сборка электрической цепи с конденсатором и тактовой кнопкой.

### ***Тема 12. Однопереходный транзистор.***

*Теория:* Принцип работы и практическое использование в схемах.

*Практика:*

- 1) Сборка цепи с однопереходным транзистором.
- 2) Расчет необходимых компонентов для делителя напряжения под однопереходный транзистор.
- 3) Сборка электрической цепи с однопереходным транзистором и потенциометром.

### ***Тема 13. Литий-полимерные аккумуляторы.***

*Теория:* Устройство, правила эксплуатации, хранения, техника безопасности.

*Практика:*

- 1) Расчет емкости.
- 2) Последовательное соединение, выявление закономерностей.
- 3) Параллельное соединение, выявление закономерностей.

### ***Тема 14. Основы пайки.***

*Теория:* Основы для начинающих, технология, виды и материалы, тонкости.

*Практика:*

- 1) Распайка микросхем.
- 2) Пайка контактов.
- 3) Сборка электрической цепи.

## ***Раздел 3 «Устройство и принципы работы квадрокоптера»***

<i>Название темы</i>	<i>Содержание обучения</i>
----------------------	----------------------------

<p>1. Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления. Полетный симулятор.</p> <p>2. Виды двигателей. Бесколлекторные двигатели.</p> <p>4. Регуляторы хода. Плата разводки питания.</p> <p>5. Рама квадрокоптера. Виды, материалы, сборка.</p> <p>7. Электронный регулятор скорости (ESC). Виды, сборка.</p> <p>9. Полетный контроллер. Виды, особенности, сборка.</p> <p>10. Настройка полетного контроллера и аппаратуры управления.</p> <p>12. Инструктаж по ТБ полетов. Полеты на симуляторе.</p> <p>13. Учебные полеты.</p> <p>14. Взлет и посадка.</p> <p>15. Учебные полеты. Удержание высоты.</p> <p>16. Учебные полеты. Движение в разных плоскостях.</p> <p>18. Разбор полетов. Основные ошибки.</p> <p>19. Учебные полеты. Упражнения на маневрирование.</p>	<p>Основные компоненты квадрокоптера, принципы работы и основы полетов.</p>
--	---

***Тема 1. Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления. Полетный симулятор.***

*Теория:* Связь «коптер-контроллер-передатчик-аппаратура управления».

*Практика:*

- 1) Полеты на симуляторе.
- 2) Полеты на симуляторе в АКРО режиме.
- 3) Полеты на симуляторе в АКРО режиме с высокими рейтингами.

***Тема 2. Виды двигателей. Бесколлекторные двигатели.***

*Теория:* Бесколлекторные и коллекторные двигатели, их устройство, преимущества и недостатки.

*Практика:*

- 1) Расчет мощности двигателей для квадрокоптеров определённой массы и грузоподъёмности.
- 2) Подбор винтов под конкретные моторы.
- 3) Расчет тяги с определенными винтами и моторами.

***Тема 3. Плата разводки питания.***

*Теория:* Предназначение, применение и принцип работы.

*Практика:*

- 1) Соединение с аккумулятором, проверка работы.

- 2) Пайка ВЕС (стабилизатора), проверка работы.
- 3) Пайка силового фильтра своими руками.

#### ***Тема 4. Рама квадрокоптера. Виды, материалы, сборка.***

*Теория:* Оптимальная конструкция, лучшие материалы.

*Практика:*

- 1) Сборка деревянной рамы с установкой моторов.
- 2) Сборка карбоновой рамы с установкой моторов.
- 3) Моделирование «своей» рамы.

#### ***Тема 5. Электронный регулятор скорости (ESC). Виды, сборка.***

*Теория:* Предназначение, применение и принцип работы.

*Практика:*

- 1) Пайка регуляторов скорости к моторам.
- 2) Расчет номинала ESC для двигателей определённой мощности.
- 3) Расчет номинала ESC для двигателей определенной мощности с определенными винтами.

#### ***Тема 6. Полетный контроллер. Виды, особенности, сборка.***

*Теория:* Предназначение, виды и функционал.

*Практика:*

- 1) Установка полетного контроллера CC3D на квадрокоптер.
- 2) Установка полетного контроллера Naze32 на квадрокоптер.
- 3) Установка полетного контроллера Pixhawk на квадрокоптер.

#### ***Тема 7. Настройка полетного контроллера и аппаратуры управления. Теория: Повторение принципа работы.***

*Практика:*

- 1) Настройка полетного контроллера и аппаратуры.
- 2) Настройка функции Failsafe в полетном контроллере и аппаратуре.
- 3) Настройка функции Killswitch в полетном контроллере, создание нескольких профилей в аппаратуре.

#### ***Тема 8. Инструктаж по ТБ полетов. Полеты на симуляторе.***

*Теория:* Инструктаж по ТБ.

*Практика:*

- 1) Полеты на симуляторе.
- 2) Полеты на симуляторе в АКРО режиме.
- 3) Полеты на симуляторе в АКРО режиме с высокими рейтингами.

#### ***Тема 9. Учебные полеты. Взлет и посадка.***

*Теория:* Принципы управления.

*Практика:*

- 1) Выполнение упражнений.
- 2) Взлет и посадку в одну точку.

- 3) Выполнение упражнений в АКРО режиме.

**Тема 10. Учебные полеты. Удержание высоты.**

*Теория:* Принципы удержания высоты.

*Практика:*

- 1) Выполнение упражнений.
- 2) Удержание высоты и позиции.
- 3) Удержание высоты и позиции в АКРО режиме.

**Тема 11. Учебные полеты. Движение в разных плоскостях. Теория: Углы Эйлера (крен, тангаж, рыскание).**

*Практика:*

- 1) Выполнение упражнений.
- 2) Облет по периметру полетной зоны.
- 3) Облет по периметру полетной зоны в АКРО режиме.

**Тема 12. Разбор полетов. Основные ошибки.**

*Теория:* Разбор основных ошибок.

*Практика:*

- 1) Работа над ошибками. Учебные полеты
- 2) Работа над ошибками в упражнениях взлет и посадка, удержание высоты и позиции, облет по периметру.
- 3) Работа над ошибками в упражнениях взлет и посадка в АКРО режиме, удержание высоты и позиции в АКРО режиме, облет по периметру в АКРО режиме.

**Тема 13. Учебные полеты. Упражнения на маневрирование.**

*Теория:* Основы полетов.

*Практика:*

- 1) Прохождение трассы.
- 2) Прохождение трассы с разноуровневыми препятствиями.
- 3) Прохождение трассы в АКРО режиме.

**Раздел 4 «FPV – оборудование».**

<i>Название темы</i>	<i>Содержание обучения</i>
1.Оборудование для видеотрансляции. Настройка. 2.Радиоприемник. Установка и подключение. 3.Учебные полеты с использованием FPV.	Установка и подключение FPV оборудования. FPV полеты.

**Тема 1. Оборудование для видеотрансляции. Настройка.**

*Теория:* Связь приемник-передатчик, качество передачи.

*Практика:*

- 1) Настройка FPV.
- 2) Настройка FPV с OSD.
- 3) Настройка OSD.

***Тема 2. Радиоприемник. Установка и подключение.***

*Теория:* Сигнал радиопередачи, устройство приемника.

*Практика:*

- 1) Установка и подключение.
- 2) Выбор наилучшего канала для видеотрансляции.
- 3) Улучшение видеосвязи путем установки антенны другого типа.

***Тема 3. Учебные полеты с использованием FPV.***

*Теория:* Принципы управления.

*Практика:*

- 1) Учебные полеты.
- 2) Учебные полеты с препятствиями.
- 3) Учебные полеты в АКРО режиме.

## **Раздел 5. «Основы программирование микроконтроллеров»**

<i>Название темы</i>	<i>Содержание обучения</i>
1. Основы программирования. Платформа Arduino. 2. Управление светодиодом. 3. Управление серводвигателем. 4. Управление RGB светодиодом. 5. Работа с кнопкой. 6. Схема светофора. 7. Термодатчик. 8. Вывод информации на LCD экран. 9. Комнатный термометр. 10. Работа с транзистором. 11. Использование бузера 12. Ультразвуковой датчик расстояния. 13. Создание электронной рулетки. 14. Автоматизация работы. Имитация турникета в метро 15. Создание функций. Управление «светофором» с помощью функций. 16. Создание электронной «Музыкальной шкатулки». 17. Следящий сервопривод. 18. Обобщение знаний. Квадрокоптер с системой сигнализации при обнаружении препятствия.	Платформа Arduino. Программирование электронных устройств.

### ***Тема 1. Основы программирования. Платформа Arduino.***

*Теория:* Основы программирования на Си-подобных языках. Arduino. История, сообщество, предназначение.

*Практика:*

- 1) Написание программы «Hello, world!».
- 2) Написание программы «Hello, world!» с оператором ввода.
- 3) Написание вычислительной программы для решения арифметических задач.

### ***Тема 2. Управление светодиодом.***

*Теория:* Синтаксис конструкций для управления светодиодом.

*Практика:*

- 1) Мини-проект «Мигающая лампа».
- 2) Мини-проект «Полицейская мигалка».
- 3) Мини-проект «Светофор».



### **Тема 3. Управление серводвигателем.**

*Теория:* Принципиальная схема. Синтаксис при программировании. Особенности программирования и использования.

*Практика:*

- 1) Реализация работы серводвигателя.
- 2) Мини-проект «Автоматическая дверь».
- 3) Мини-проект “Автоматическая дверь” с световыми индикаторами.

### **Тема 4. Управление RGB светодиодом.**

*Теория:* Устройство. Синтаксис.

*Практика:*

- 1) Реализация работы RGB – светодиода.
- 2) Мини-проект «Цветная симфония».
- 3) Мини-проект “Светофор”.

### **Тема 5. Работа с кнопкой.**

*Теория:* Устройство. Синтаксис.

*Практика:*

- 1) Работа с тактовой кнопкой и светодиодом.
- 2) Мини-проект «Поворотник».
- 3) Мини-проект “Выключатель”.

### **Тема 6. Схема светофора.**

*Теория:* Работа «настоящего» светофора.

*Практика:*

- 1) Мини-проект «Светофор».
- 2) Мини-проект “Светофор” с включением и отключением.
- 3) Мини-проект “Светофор” с регулированием в реальном времени.

### **Тема 7. Термодатчик.**

*Теория:* Типы и обработка показаний. Синтаксис.

*Практика:*

- 1) Реализация работы термодатчика.
- 2) Мини-проект «Метеозависимый диод».
- 3) Мини-проект “Метеозависимый RGB-диод”.

### **Тема 8. Вывод информации на LCD экран.**

*Теория:* Принцип работы экрана. Кодировка данных.

*Практика:*

- 1) Вывод информации различного типа на экран.
- 2) Мини-проект «Экран судьбы».
- 3) Мини-проект “Кликер” с использованием тактовых кнопок.

### **Тема 9. Комнатный термометр.**

*Теория:* Виды термометров.

*Практика:*

- 1) Мини-проект «Комнатный термометр».
- 2) Мини-проект “Комнатный термометр с индикатором” с использованием RGB-диода.
- 3) Мини-проект “Комнатный термометр с отображением на LCD дисплей”.

### ***Тема 10. Транзистор.***

*Теория:* Принцип работы. Применение в устройствах.

*Практика:*

- 1) Программирование цепи с транзистором.
- 2) Программное регулирование оборотов двигателей через транзистор.
- 3) Мини-проект “Умный вентилятор” с использованием термодатчика.

### ***Тема 11. Использование бузера.***

*Теория:* Принцип работы. Синтаксис.

*Практика:*

- 1) Реализация работы с пьезоэлементом.
- 2) Мини-проект «Будильник».
- 3) Мини-проект “Драм машина”.

### ***Тема 12. Ультразвуковой датчик расстояния.***

*Теория:* Принцип работы. Синтаксис.

*Практика:*

- 1) Реализация работы ультразвукового датчика.
- 2) Мини-проект «Световой терменвокс».
- 3) Мини-проект “Турникет метро”.

### ***Тема 13. Создание электронной рулетки.***

*Теория:* Особенности использования и «подводные камни».

*Практика:*

- 1) Мини-проект «Электронная рулетка».
- 2) Мини-проект умной “Электронной рулетки”.
- 3) Мини-проект умной “Электронной рулетки” с функциями вычисления.

### ***Тема 14. Автоматизация работы. Имитация турникета в метро.***

*Теория:* История турникета. Принцип работы.

*Практика:*

- 1) Мини-проект «Турникет в метро».
- 2) Мини-проект “Турникет в метро” с использованием двух датчиков расстояния.
- 3) Мини-проект “Турникет в метро” с использованием двух датчиков расстояния, фоторезистора, светодиодов.

### ***Тема 15. Созданий функций. Управление «светофором» с помощью функций.***

*Теория:* Функции. Где, когда, зачем использовать?

*Практика:*

- 1) Мини-проект «Функциональный светофор».
- 2) Мини-проект «Светофор уличного трафика»
- 3) Мини-проект «Умный светофор с учетом пешеходов, трафика и т.д.».

### **Тема 16. Создание электронной «Музыкальной шкатулки».**

*Теория:* История музыкальной шкатулки.

*Практика:*

- 1) Мини-проект «Музыкальная шкатулка».
- 2) Мини-проект «Световая музыкальная шкатулка».
- 3) Проектировка чертежей для музыкальной шкатулки и ее создание.

### **Тема 17. Следящий сервопривод.**

*Теория:* Повторение материала.

*Практика:*

- 1) Мини-проект «Следящий сервопривод».
- 2) Мини-проект «2х осевой подвес».
- 3) Мини-проект «2х осевой подвес с использованием двух ультразвуковых датчиков».

### **Тема 18. Обобщение знаний. Квадрокоптер с системой сигнализации при обнаружении препятствия.**

*Теория:* Повторение материала.

*Практика:*

- 1) Создание квадрокоптера способного отлетать от препятствий.
- 2) Создание квадрокоптера способного сигнализировать о приближении препятствия.
- 3) Создание квадрокоптера способного удерживать высоту.

## **Раздел 6. Знакомство с Raspberry Pi.**

<i>Название темы</i>	<i>Содержание обучения</i>
1. ОС Raspbian. Установка операционной системы и подготовка компьютера к запуску	Одноплатные микрокомпьютеры Программирование Python
2. Первый запуск и базовые настройки операционной системы	
3. Знакомство с Linux	
4. Работа с LXTerminal. Основные принципы и команды	
5. Настройка подключения к локальной сети интернет	
6. Установка и удаление программ в системе Linux	
7. Знакомство с группой контактов GPIO	
8. Рефлексия курса	

## ***Тема 1. ОС Raspbian. Установка операционной системы и подготовка компьютера к запуску.***

*Теория:* Понятие ОС. Развитие Raspbian. Актуальные версии. Применение в квадрокоптерах.

*Практика:*

- 1) Установка ОС Raspbian.
- 2) Установка ОС Android.
- 3) Установка ОС Debian.

## ***Тема 2. Первый запуск и базовые настройки операционной системы. Теория: Обзор ОС. Важные настройки.***

*Практика:*

- 1) Настройка ОС.
- 2) Настройка доступа к ОС по SSH.
- 3) Настройка доступа к ОС по VNC.

## ***Тема 3. Знакомство с Linux.***

*Теория:* Философия Linux систем. Виды и функционал.

*Практика:*

- 1) Выполнение упражнений в ОС.
- 2) Работа с системными программами.
- 3) Переназначение разделов и работа с административными программами.

## ***Тема 4. Работа с LXTerminal. Основные принципы и команды.***

*Теория:* Основные команды и их функции.

*Практика:*

- 1) Выполнение упражнений в терминале.
- 2) Выполнение системных команд в терминале.
- 3) Изучение и выполнение команд компьютерной безопасности.

## ***Тема 5. Настройка подключения к локальной сети интернет.***

*Теория:* Локальная сеть, основные компоненты настройки.

*Практика:*

- 1) Подключение к Интернету.
- 2) Подключение к другой Raspberry.
- 3) Создание локальной сети между несколькими Raspberry.

## ***Тема 6. Установка и удаление программ в системе Linux.***

*Теория:* Установка и удаление программ.

*Практика:*

- 1) Установка и удаление программ.
- 2) Установка виртуальной машины.
- 3) Установка среды разработки.

## ***Тема 7. Знакомство с группой контактов GPIO.***

*Теория:* Распиновка, принцип работы.

*Практика:*

1. Подключение светодиодов.
2. Подключение управляющих приборов.
3. Связь коптера с микрокомпьютером

### **Тема 8. Рефлексия курса.**

*Теория:* Повторение изученного. *Практика:* Подведение итогов.

## **Раздел 7. Математика**

Название темы	Содержание обучения
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Простая геометрия. Фигуры на плоскости.</li><li>2. Простая геометрия. Основные формулы.</li><li>3. Простая геометрия. Практическое применение.</li><li>4. Графы. Наглядное описание. Основные типы</li><li>5. Графы. Области применения.</li><li>6. Графы. Практическое применение.</li><li>7. Теория множеств. Операции над множествами</li><li>8. Математическая логика</li><li>9. Теория множеств. Практическое применение.</li><li>10. Комбинаторика.</li><li>11. Событие. Понятие вероятности</li><li>12. Теория вероятностей. Практическое применение.</li></ol>	Решение задач, проведение математических расчетов с помощью программ Wolfram Alpha, реализация изученных методов в Microsoft Excel.

## **ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ**

*Планируемые результаты освоения программы.*

*Начальный уровень.*

Учащиеся должны знать:

- определения понятий: датчик, интерфейс, алгоритм и т.п.;
- технологию создания коптеров;
- правила безопасной работы;
- основные компоненты коптера;
- конструктивные особенности различных моделей, сооружений и механизмов;
- компьютерную среду, включающую в себя язык программирования;
- основные приемы конструирования летательных аппаратов;
- законы аэродинамики;
- как использовать созданные программы;

- основы комбинаторики, теории множеств, математической логики, теории вероятности, теории графов;
- приемы и опыт конструирования с использованием специальных элементов и других объектов и т.д.

Учащиеся должны уметь:

- создавать коптеры;
- пользоваться различными датчиками и компонентами;
- программировать и запускать простейшие программы;
- работать с дополнительной литературой, с журналами, с каталогами, в интернете (изучать и обрабатывать информацию);
- самостоятельно решать технические задачи в процессе работы;
- пилотировать коптеры;
- проводить математические расчеты с помощью программ; применять математические инструменты в проектной деятельности; излагать логически правильно действие своей модели (проекта).

#### Базовый уровень.

Учащиеся должны знать:

- определения понятий: датчик, интерфейс, алгоритм и т.п.;
- базовые конструкции ЯП;
- правила безопасной работы;
- основные компоненты коптера и других летательных аппаратов;
- конструктивные особенности различных моделей, сооружений и механизмов;
- компьютерную среду, включающую в себя язык программирования;
- виды электронных элементов;
- основные приемы конструирования летательных аппаратов;
- основы комбинаторики, теории множеств, математической логики, теории вероятности, теории графов;
- как использовать созданные программы.

Учащиеся должны уметь:

- создавать коптеры и другие летательные аппараты;
- пользоваться различными датчиками и компонентами;
- программировать и запускать программы;
- работать с дополнительной литературой, с журналами, с каталогами, в интернете (изучать и обрабатывать информацию);
- самостоятельно решать технические задачи в процессе работы;
- пилотировать коптеры;
- проводить математические расчеты с помощью программ; применять математические инструменты в проектной деятельности; излагать логически правильно действие своей модели (проекта).

#### Продвинутый уровень.

Учащиеся должны знать:

- определения понятий: датчик, интерфейс, алгоритм и т.п.;
- базовые конструкции ЯП;
- правила безопасной работы;
- основные компоненты коптера и других летательных аппаратов;

- конструктивные особенности различных моделей, сооружений и механизмов;
- компьютерную среду, включающую в себя язык программирования;
- виды электронных элементов;
- основные приемы конструирования летательных аппаратов;
- основы комбинаторики, теории множеств, математической логики, теории вероятности, теории графов;
- как использовать созданные программы.

Учащиеся должны уметь:

- создавать автономные коптеры и другие летательные аппараты;
- пользоваться различными датчиками и компонентами;
- программировать и запускать программы;
- работать с дополнительной литературой, с журналами, с каталогами, в интернете (изучать и обрабатывать информацию);
- самостоятельно решать технические задачи в процессе работы;
- пилотировать коптеры;
- излагать логически правильно действие своей модели (проекта);
- проводить математические расчеты с помощью программ; применять математические инструменты в проектной деятельности;
- оформлять научные работы и технологические листы (документацию).

## **СПОСОБЫ И ФОРМЫ ПРОВЕРКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ**

Микро - соревнование – разновидность контрольных мероприятий в игровой форме методики развивающего обучения. Соревнование, имеющее целью усвоению учащимися отдельных тем (в некотором роде – аналог школьной контрольной работы с обязательным разбором полученных результатов).

*Результаты освоения программы определяются по трем уровням:*

1. Высокий - учащийся освоил практически весь объем знаний, предусмотренных программой за конкретный период, и научился применять полученные знания, умения и навыки на практике,
2. Средний – усвоил почти все знания, но не всегда может применить их на практике,
3. Низкий – овладел половиной знаний, но не умеет их правильно применять на практике.

*Контрольная работа состоит из 3х частей:*

1. Блоки и конструкции языка программирования (контроль изучения базовых конструкция языка программирования).
2. Компоненты коптера
3. Практическая часть (обучающимся предлагается выполнить практическое задание с использование коптера).

*Итоговая работа*

Итоговый контроль обучающихся проводится по результатам выполнения практических заданий и защиты проектов (правила выбора темы и примеры тем проектов представлены в Приложение №1.

*Практические задания:*

- Работа с зарядными устройствами.
- Пайка проводов.

- Полет на симуляторе.
- Сборка и настройка квадрокоптера.
- Учебный полет.
- Установка видеооборудования.
- Полет «от первого лица»
- Программирование контроллеров.

*Форма подведения итогов реализации*

Портфолио достижений обучающихся, отражающее результативность освоения программы по итогам контрольной работы, защиты проекта и участия в различных конкурсах, олимпиадах, конференциях различных уровней.

### **МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Особенности организации учебного процесса и учебных занятий

Программой предусмотрено проведение комбинированных занятий: занятия состоят из теоретической и практической частей.

При проведении занятий используют различные формы: лекции, практические работы, беседы, конференции, конкурсы, игры, викторины, проектная и исследовательская деятельность.

При проведении занятий используются приемы и методы технологий: дифференцированного обучения, теории решения изобретательских задач, развития критического мышления и др.

*Дидактические материалы*

Используется: демонстрационный материал (презентации), раздаточный материал - карточки по темам, таблицы.

*Организационно-педагогические условия*

Педагог дополнительного образования, реализующий данную программу, должен иметь высшее профессиональное образование в области, соответствующей профилю квантума; опыт работы со школьниками разного возраста, высокий личностный и культурный уровень, творческий потенциал. Компетенции: организация собственной работы и поддержание необходимого уровня работоспособности, обучение и развитие наставляемых, обеспечение высокого уровня мотивации наставляемых, оценка и контроль наставляемых, управление образовательными проектами, проведение игропрактических мероприятий.

### **Материально-техническое обеспечение**

<i>Наименование модулей в соответствии с учебным планом</i>	<i>Оборудование</i>
Раздел 1	Стол ученический одноместный — 20 шт., стул ученический — 20 шт., стол учителя — 1 шт., стул учителя 1 шт., магнитномаркерная доска — 1 шт.; ноутбук 10 шт., интерактивная доска 1 шт., набор «Клевер» - 15 шт., набор «Клевер Сенс» - 15 шт., набор «Эвольвектор. Базовый



	уровень» - 10 шт., набор, Эвольвектор (продвинутый уровень) - 10 шт.
Раздел 2	Стол ученический одноместный — 20 шт., стул ученический — 20 шт., стол учителя — 1 шт., стул учителя 1 шт., магнитномаркерная доска — 1 шт.; ноутбук 10 шт., интерактивная доска 1 шт., набор «Клевер» - 15 шт., набор «Клевер Сенс» - 15 шт., набор «Эвольвектор. Базовый уровень» - 10 шт., набор «Эвольвектор. Продвинутый уровень» - 10 шт.
Раздел 3	Стол ученический одноместный — 20 шт., стул ученический — 20 шт., стол учителя — 1 шт., стул учителя 1 шт., магнитномаркерная доска — 1 шт.; ноутбук 10 шт., интерактивная доска 1 шт., набор «Клевер» - 15 шт, набор «Клевер Сенс» - 15 шт, набор «Эвольвектор. Базовый уровень» - 10 шт., набор «Эвольвектор. Продвинутый уровень» - 10 шт.
Раздел 4	Стол ученический одноместный — 20 шт., стул ученический — 20 шт., стол учителя — 1 шт., стул учителя 1 шт., магнитномаркерная доска — 1 шт.; ноутбук 10 шт., интерактивная доска 1 шт., набор «Клевер» - 15 шт, набор «Клевер Сенс» - 15 шт, набор «Эвольвектор. Базовый уровень» - 10 шт., набор «Эвольвектор. Продвинутый уровень» - 10 шт.
Раздел 5	Стол ученический одноместный — 20 шт., стул ученический — 20 шт., стол учителя — 1 шт., стул учителя 1 шт., магнитномаркерная доска — 1 шт.; ноутбук 10 шт., интерактивная доска 1 шт., набор «Клевер» - 15 шт, набор «Клевер Сенс» - 15 шт, набор «Эвольвектор. Базовый уровень» - 10 шт., набор «Эвольвектор. Продвинутый уровень» - 10 шт.
Раздел 6	Стол ученический одноместный — 20 шт., стул ученический — 20 шт., стол учителя — 1 шт., стул учителя 1 шт., магнитномаркерная доска — 1 шт.; ноутбук 10 шт., интерактивная доска 1 шт., набор «Клевер» - 15 шт, набор «Клевер Сенс» - 15 шт, набор «Эвольвектор. Базовый уровень» - 10 шт., набор «Эвольвектор. Продвинутый уровень» - 10 шт.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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://sntbul.bmstu.ru/doc/551872.html> 2 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>.
2. Ефимов. Е. Програмируем квадрокоптер на Arduino: Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/227425/>.
3. Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. Рига, 2010. Режим доступа: [http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy\\_ajerodnamiki\\_Riga.pdf](http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodnamiki_Riga.pdf).
4. Канатников А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости. Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. №3. Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html>.
5. 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  
Дополнительная литература.
6. Редакция Tom's Hardware Guide. 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).
7. 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>.
8. Bouadi H., Tadjine M. Nonlinear Observer Design and Sliding Mode Control of Four Rotors Helicopter. World Academy of Science, Engineering and Technology, Vol. 25, 2007. Pp. 225-229. 11. Madani T., Benallegue A. Backstepping control for a quadrotor helicopter. IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2006. Pp. 3255-3260.
9. Dikmen I.C., Arisoy A., Temeltas H. Attitude control of a quadrotor. 4th International Conference on Recent Advances in Space Technologies, 2009. Pp. 722-727. 4.
10. Luukkonen T. Modelling and Control of Quadcopter. School of Science, Espoo, August 22, 2011. P. 26. Режим доступа: [http://sal.aalto.fi/publications/pdf/luu11\\_public.pdf](http://sal.aalto.fi/publications/pdf/luu11_public.pdf).
11. LIPO SAFETY AND MANAGEMENT: Режим доступа: <http://aerobot.com.au/support/training/lipo-safety>.
12. Murray R.M., Li Z, Sastry S.S. A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation. SRC Press, 1994. P. 474.
13. Zhao W., Hiong Go T. Quadcopter formation flight control combining MPC and robust feedback linearization. Journal of the Franklin Institute. Vol.351, Issue 3, March 2014. Pp. 1335-1355. DOI: 10.1016/j.jfranklin.2013.10.021