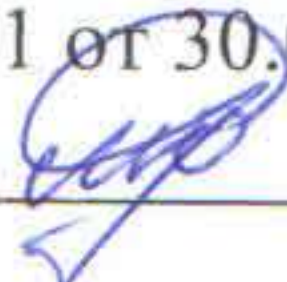


Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
«Средняя общеобразовательная школа №2» г.Ядрина Ядринского муниципального округа  
Чувашской Республики

Рассмотрено и принято  
На методическом совете  
МБОУ «СОШ №2» г.Ядрина ЧР  
Протокол №01 от 30.08.2023г.  
Председатель  М.Ю.Литвинчук

Утверждаю:



Директор  
МБОУ «СОШ №2» г.Ядрина ЧР  
В.Н.Плеханов

Дополнительная общеобразовательная  
(общеразвивающая) программа

**«Программирование беспилотного летательного аппарата»**

Направленность: техническая  
Целевая группа: 14-17 лет  
Общая трудоемкость: 3 модуля по 12 часов  
Форма реализации: очная  
Уровень сложности содержания программы:  
стартовый, базовый, продвинутый

Автор-составитель:  
Ефимова Ольга Венедиктовна,  
педагог дополнительного образования

## Пояснительная записка

В настоящее время отрасль беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) является относительно новой, но уже стала очень перспективной и быстроразвивающейся. Одно из главных преимуществ БПЛА – исключение человеческого фактора при выполнении поставленной задачи, который особенно сказывается в опасных для жизни человека задачах. Очень скоро БПЛА станут неотъемлемой частью повседневной жизни: мы будем использовать БПЛА не только в СМИ и развлекательной сферах, но и в проведении воздушного мониторинга общественной и промышленной безопасности, участие в поисково-спасательных операциях, метеорологические исследования, разведка, мониторинг сельскохозяйственных угодий, доставка грузов, кинематография, изобразительное искусство, обучение и многое другое.

**Направленность программы:** техническая.

**Актуальность** дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Программирование беспилотного летательного аппарата» в том, что она реализует потребности обучающихся в техническом творчестве, развивает инженерное мышление, соответствует социальному заказу общества в подготовке технически грамотных специалистов.

Благодаря увеличению возможностей и повышению доступности дронов, потенциал использования их в разных сферах экономики стремительно растёт. Это создало необходимость в новой профессии: оператор беспилотных авиационных систем (БАС). Именно поэтому важно правильно подготовить и сориентировать будущих специалистов, которым предстоит жить и работать в новую эпоху повсеместного применения беспилотных летательных аппаратов и робототехники.

Настоящая образовательная программа позволяет не только получить ребенку инженерные навыки моделирования, конструирования, программирования и эксплуатации БПЛА, но и подготовить обучающихся к планированию и организации работы над разноуровневыми техническими проектами, а также нацеливает на осознанный выбор дальнейшего вида деятельности в техническом творчестве или профессии: инженер-конструктор, инженер-технолог, проектировщик, программист БПЛА, оператор БПЛА.

**Новизна** программы заключается в том, что она интегрирует в себе достижения современных и инновационных направлений в малой беспилотной авиации. В основе программы – комплексный подход в подготовке обучающихся. Современный оператор беспилотных летательных аппаратов должен владеть профессиональной терминологией, разбираться в сборочных чертежах агрегатов и систем беспилотных летательных аппаратов, иметь навык по пилотированию в любых погодных условиях, сборке и починке БПЛА.

Подростковый возраст — остро протекающий переход от детства к взрослости. Данный период отличается выходом ребенка на качественно новую социальную позицию, в которой формируется его сознательное отношение к себе как члену общества. Важнейшей особенностью подростков является постепенный отход от прямого копирования оценок взрослых к самооценке, все большая опора на внутренние критерии. Основной формой самопознания подростка является сравнение себя с другими людьми — взрослыми, сверстниками. Поведение подростка регулируется его самооценкой, а самооценка формируется в ходе общения с окружающими людьми. При изготовлении моделей подростки сталкиваются с решением вопросов аэродинамики, информационных технологий, они используют инженерный подход к решению встречающихся проблем.

**Педагогическая целесообразность** программы в том, что она направлена на развитие у подростков интереса к проектной, конструкторской и предпринимательской деятельности, значительно расширяющей кругозор и образованность школьника, направлено на профессиональную ориентацию обучающихся и мотивацию для возможного продолжения обучения.

**Отличительной особенностью** данной программы является то, что в ходе реализации обучающиеся получают не только технические знания, но и основы профессии, востребованной в современных социально-экономических условиях.

**Цель:** формирование начальных знаний и инженерных навыков у подростков в области проектирования, моделирования, конструирования, программирования и эксплуатации сверхлегких летательных дистанционно пилотируемых летательных аппаратов посредством изучения квадрокоптеров.

**Задачи:**

1. Сформировать знания основ теории полета, практических навыков дистанционного управления квадрокоптером.
2. Обучить основным приемам сборки, программирования, эксплуатации беспилотных летательных систем.
3. Сформировать навыки пилотирования БПЛА в режиме авиасимулятора.
4. Сформировать умения и навыки визуального пилотирования беспилотного летательного аппарата.

**Возраст обучающихся:** 14-17 лет.

**Условия набора детей в коллектив:** принимаются все желающие по заявлению от родителей

**Наполняемость в группах составляет** – 10 человек.

**Общая трудоемкость программы:** 36 часа (3 модуля по 12 часов)

**Формы организации деятельности обучающихся:** групповая, индивидуальная, индивидуально-групповая и фронтальная.

**Методы обучения:** кейс-метод (case-study), «мозговой штурм» (Brainstorming), метод задач (Problem-Based Learning) и метод проектов, практический.

**Формы проведения занятий:** теоретическое изложение материала, практическое занятие. Занятия проводятся в сформированных группах 1 час в неделю.

**Планируемые результаты:**

**Личностные результаты**

- проявится сформированность готовности к саморазвитию и личностному самоопределению
- мотивация к познавательной деятельности, установление межличностных отношений в процессе работы над проектом

**Метапредметные результаты**

- находить необходимую информацию, анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать информацию, устанавливать причинно-следственные связи между характеристиками, использовать знаково-символические средства с целью решения, выполнения логических операций;
- планировать, контролировать и оценивать свои действия, определять наиболее эффективные способы достижения результата;
- оценивать получающийся результат и соотносить его с изначальным замыслом, выполнять по необходимости коррекцию;
- Получат опыт участия в различных формах организации учебной и проектной деятельности (творческие конкурсы, соревнования, показы по направленности курса)

**Предметные результаты**

- У обучающихся будут сформированы умения и навыки дистанционного управления беспилотным летательным аппаратом.
- Обучающиеся овладеют основными приемами сборки, программирования, эксплуатации беспилотных летательных систем.
- Обучающиеся приобретут навыки пилотирования БПЛА в режиме авиасимулятора.
- Будут сформированы умения и навыки визуального пилотирования беспилотного летательного аппарата.

**Способы определения результативности:** педагогическое наблюдение, тест, опрос, практическое задание.

**Форма подведения итогов реализации программы:**

- конкурс;
- выполнение практических полётов;
- практические работы по сборке, программированию и ремонту квадрокоптеров.
- мастер-классы, демонстрационные выступления.

## Учебно-тематическое планирование программы

Учебно-тематическое планирование:(стартовый уровень)

№ п/п	Наименование темы занятия	Кол-во часов		
		Всего	Теория	Практика
I/1.	Вводная лекция о содержании курса	1	1	
2.	Принципы управления и строения мультикоптеров	1	1	
3	Сферы применения квадрокоптеров в жизни человека.	1	1	
4	Основы техники безопасности полетов.	1	1	
5	Управление полетом мультикоптера. Принцип функционирования аппаратуры управления.	1		1
6	Первые учебные полеты.	1		1
7-8	Выполнение сложных полетов, трюков.	2		2
9	Проектирование гоночной трассы.	1		1
10	Конкурс	1		1
11	Показательные выступления для ребят школы.	1		1
12	Мастер-классы в рамках сетевого взаимодействия «Точек роста»	1		1
	Итого часов	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>8</b>

**Содержание программы:**

**Тема 1. Вводная лекция о содержании курса.**

Ознакомление обучающихся с программой, приёмами и формами работы. Вводный инструктаж по технике безопасности.

**Тема 2. Принципы управления и строения мультикоптеров.**

Беспилотная авиация, дроностроение. Описание квадрокоптеров, их принципы управления и применение.

**Тема 3. Сферы применения квадрокоптеров в жизни человека.**

**Тема 4. Основы техники безопасности полетов.**

Изучение правил безопасности при пилотировании беспилотного летательного аппарата.

**Тема 5. Управление полетом мультикоптера. Принципы функционирования аппаратуры управления.**

Основы управления и технические характеристики летательного аппарата.

**Тема 6. Первые учебные полеты.**

Обучение управлению квадрокоптером. Упражнения: «взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», перемещения «вперёд/назад», «влево/вправо». Разбор аварийных ситуаций.

**Тема 7-8. Выполнение сложных полётов, трюков.**

Упражнения: «точная посадка на удаленную точку», «8 D трюки», «самолётик», «воздушный шар», «360 градусов», «круг», «мячик». Разбор аварийных ситуаций

**Тема 9. Проектирование гоночной трассы.**

Знакомство с принципами построения трасс. Запуски квадрокоптеров. Настройка ПИДОВ и пробные полеты. Продолжение работы по повышению мастерства пилотирования.

**Тема 10. Конкурс.**

Проведение гоночных соревнований среди команд, допущенных к соревнованиям. Тактическая борьба и полеты в рамках соревнований

**Тема 11. Показательные выступления для ребят школы.** Показательные выступления с целью демонстрации и мотивации обучающихся к дальнейшему обучению.

**Тема 12. Мастер-классы в рамках сетевого взаимодействия «Точек роста»**

**Учебно-тематический план: (базовый уровень)**

№ п/п	Наименование темы занятия	Кол-во часов		
		Всего	Теория	Практика
II/1.	Инструктаж по технике безопасности полетов	1	1	
2-3	Индивидуальные учебные полеты, полеты в парах, в тройке. Разбор аварийных ситуаций.	2		2
4.	Упражнения на синхронное движение в паре	1		1
5.	Упражнения на синхронное движение в тройке	1		1
6.	Выполнение групповых полетов вручную	1		1
7-8	Составление композиции группового выступления	2	1	1
9.	Демонстрационный показ	1		1
10.	Показательные выступления для ребят школы.	1		1
11-12	Мастер-классы в рамках сетевого взаимодействия «Точек роста».	2		2
	Итого часов:	12	2	10

**Содержание программы:****Тема 1. Инструктаж по технике безопасности полетов.**

Техника безопасности при проведении полётов в ручном режиме.

**Тема 2-3. Индивидуальные учебные полеты, полеты в парах, в тройке. Разбор аварийных ситуаций.**

Индивидуальное пилотирование, полеты в паре, в тройке. Выполнение трюков. Разбор аварийных ситуаций.

**Тема 4. Упражнения на синхронное движение в паре.**

Синхронный взлет, посадка, повороты, вращения в парных упражнениях.

**Тема 5. Упражнения на синхронное движение в тройке.**

Синхронный взлет, посадка, повороты, вращения в тройке.

**Тема 6. Выполнение групповых полетов вручную.**

Выполнение группового полета на квадрокоптере в ручном режиме.

**Тема 7-8. Составление композиции группового выступления.**

Теория: составление композиции группового выступления. Практика: упражнения для группового выступления.

**Тема 9. Демонстрационный показ.**

Выступление на синхронное выполнение упражнений в группе.

**Тема 10. Показательные выступления для ребят школы.** Демонстрация изученных упражнений, полёт роя.

**Тема 11 -12. Мастер-классы в рамках сетевого взаимодействия «Точек роста».**

**Учебно-тематический план: (повышенный уровень)**

№ п/п	Наименование разделов	Кол-во часов		
		Всего	Теория	Практика
III/1-2	Программирование взлёта и посадки беспилотного летательного аппарата. Написание кода в программе Scratch-2.	2	1	1
3.	Выполнение команд «разворот», «изменение высоты», «изменение позиции».	1		1
4-5.	Выполнение позиционирования по меткам	2	1	1
6-7.	Программирование группового полёта	2	1	1
8-9.	Программирование роевого взаимодействия	2	1	1
10.	Шоу коптеров из 3бпла, выполняющих полет в автономном режиме.	1		1
11	Показательные выступления для ребят школы.	1		1
12	Мастер-класс в рамках сетевого взаимодействия «Точек роста».	1		1
	Итого часов:	12	4	8

**Содержание программы:**

**Тема 1-2. Программирование взлёта и посадки беспилотного летательного аппарата.**

Тестирование кода в режимах взлета и посадки. Написание кода в программе Scratch-2.

**Тема 3. Выполнение команд «разворот», «изменение высоты», «изменение позиции».**

Тестирование программного кода в режимах разворота, изменения высоты и позиции.

**Тема 4-5. Выполнение позиционирования по меткам**

Тестирование режима позиционирования по ArUco маркерам.

**Тема 6-7. Программирование группового полёта.**

Теория: основы группового полета квадрокоптеров. Практика: Изучение типов группового поведения роботов.

**Тема 8-9. Программирование роевого взаимодействия.**

Теория: основы программирования роя квадрокоптеров. Практика: Выполнение группового полета в автоматическом режиме.

**Тема 10. Шоу коптеров из 3-хБПЛА, выполняющих полет в автономном режиме.**

Выступление.

**Тема 11 . Показательные выступления для ребят школы.** Демонстрация результатов программирования.

**Тема 12. Мастер-класс в рамках сетевого взаимодействия «Точек роста»**

## Матрица дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы

### «Программирование беспилотного летательного аппарата»

Уровень	Содержание	Срок реализации	Адресат программы	Цель	Соответствующие достижения обучающихся	Методы и педагогические технологии	Методическая копилка дифференцированных заданий
Стартовый	<p>Ознакомление обучающихся с программой, приёмами и формами работы. Вводный инструктаж по технике безопасности. Беспилотная авиация, дроностроение. Описание квадрокоптеров, их принципы управления и применение.</p> <p>Изучение правил при пилотировании беспилотного летательного аппарата.</p> <p>Основы управления и технические характеристики летательного аппарата.</p> <p>Обучение управлению квадрокоптером. Разбор аварийных ситуаций. Знакомство с принципами построения трасс. Запуски</p>	12ч	14-17 лет	Ознакомление с техническими возможностями квадрокоптера при практическом пилотировании	<p>Знания о строении квадрокоптера, принципах управления и применения.</p> <p>Умение применять правила безопасности при пилотировании.</p> <p>Навык работы в приложении Tello, умение выполнять трюки, полёты.</p> <p>Разбор и анализ аварийных ситуаций и поиск путей решения.</p>	<p>Кейс-метод (case-study), «мозговой штурм» (Brainstorming), метод задач (Problem-Based Learning) и метод проектов, практический.</p>	<p>Упражнения: «взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», перемещение «вперёд/назад», «влево/вправо», «точная посадка на удаленную точку», «8 D трюки», «самолётник», «воздушный шар», «360 градусов», «круг», «мячик».</p>

	<p>квадрокоптеров. Настройка ПИДов и пробные полеты. Проведение гоночных соревнований среди команд, допущенных к соревнованиям. Тактическая борьба и полеты в рамках соревнований. Показательные выступления с целью демонстрации и мотивации обучающихся к дальнейшему обучению. Мастер-классы.</p>					
<p>Базовый</p>	<p>Инструктаж по технике безопасности полетов. Индивидуальные учебные полеты, полеты в парах, в тройке. Разбор аварийных ситуаций. Выполнение групповых полетов вручную. Составление композиции группового выступления. Демонстрационный показ. Показательные выступления для ребят школы. Мастер-классы.</p>	<p>12ч</p>	<p>14-17 лет</p>	<p>Формирование навыков командной работы.</p>	<p>Умение работать в команде, находить пути решения проблемных ситуаций. Применение правил техники безопасности при групповых полётах. Устойчивые навыки пилотирования.</p>	<p>Упражнения на синхронное движение в паре, в тройке, полёт роём.</p>
<p>Продвинутый</p>	<p>Программирование взлёта и посадки беспилотного летательного аппарата.</p>	<p>12ч</p>	<p>14-17 лет</p>	<p>Развитие навыков работы с алгоритмами и</p>	<p>Умение работать в программе</p>	<p>Упражнения: «разворот», «изменение высоты», «изменение»</p>



	<p>Написание кода в программе Scratch-2. Выполнение позиционирования по меткам. Программирование ролевого взаимодействия. Шоу коптеров из 3бпла, выполняющих полет в автономном режиме. Показательные выступления для ребят школы. Мастер-классы.</p>			<p>циклами при программировании квадрокоптера.</p>	<p>Scratch-2. Применение знаний алгоритмов, построение циклов, синхронизация программы с приложением Tello, позиционирование по меткам, презентация своей деятельности.</p>	<p>штурм» (Brainstorming), метод задач (Problem-Based Learning) и метод проектов, практический.</p>	<p>позиции», «состав алгоритм».</p>
--	---	--	--	--	---	---	-------------------------------------

### Контрольно-оценочные средства

Контрольно - оценочные средства для осуществления проверки достижения обучающимися планируемых результатов проводится средствами входящего, промежуточного и итогового контроля

Во время обучения по данной программе, для управления качеством программы осуществляется:

**входящий контроль** – в начале обучения в форме собеседования для выявления мотивов и запросов обучающихся в конце каждого модуля– **промежуточный контроль** в форме теста, как проверка теоретического материала и выполнение практической работы по направленности модуля

**Итоговый контроль** проводится по итогам освоения всех модулей в формате –игра-соревнование. Команда выполняет тест и практическое задание, набранные баллы суммируются.

**Тест**

**1. Что такое квадрокоптер?**

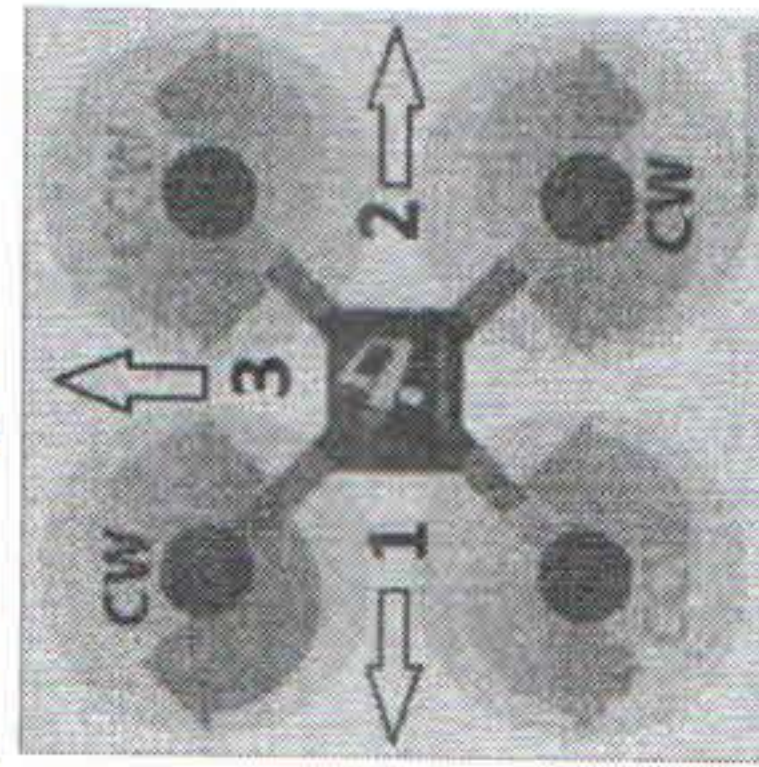
- 1) это беспилотный летательный аппарат
- 2) обычно управляется пультом дистанционного управления с земли
- 3) имеет один мотор с двумя пропеллерами
- 4) имеет четыре мотора (или меньше) с четырьмя пропеллерами

**2. В Российском законодательстве установлена максимальная масса квадрокоптера, не требующего специального разрешения на полеты:**

- 1) до 250 грамм
- 2) до 500 грамм
- 3) до 1000 грамм
- 4) \_\_\_\_\_

**3. На картинке представлен квадрокоптер и схематично показано направление вращения винтов. Укажи верное направление движения «вперед» квадрокоптера:**

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3



**4. Что такое электронный регулятор оборотов?**

- 1) устройство для управления оборотами электродвигателя, применяемое на радиоуправляемых моделях с электрической силовой установкой
- 2) устройство для управления оборотов резиномоторного двигателя
- 3) устройство для управления оборотами сервомашинки

**5. Kv-rating показывает:**

- 1) сколько оборотов совершит двигатель за одну минуту (RPM) при определенном напряжении
- 2) емкость батареи питания квадрокоптера

3) скорость движения квадрокоптера по прямой

**6. Расшифруй надпись: Turnigy Multistar 5130-350**

- 1) это двигатель с высотой 51 мм, диаметром статора 30 мм и KV 350
- 2) это двигатель с диаметром статора 51 мм, высотой 30 мм и KV 350
- 3) это двигатель с диаметром ротора 51 мм, высотой 30 мм и KV 350

**7. Расшифруй надпись: Scorpion M-2205-2350KV**

- 1) это двигатель с диаметром статора 22 мм, высотой 5 мм и KV 2350
- 2) это двигатель с диаметром ротора 22 мм, высотой 5 мм и KV 2350
- 3) это двигатель с высотой 22 мм, диаметром статора 5 мм и KV 2350

**8. Чем лучше использование бесколлекторного двигателя?**

- 1) лучшее соотношение масса/мощность, лучшее КПД
- 2) легче3) компактнее
- 4) меньше греются5) практически не создают помех

**9. Параметр указывающий, на сколько поднялся бы пропеллер за один оборот вокруг своей оси с данным наклоном лопасти, если бы он двигался в плотном веществе, называется:**

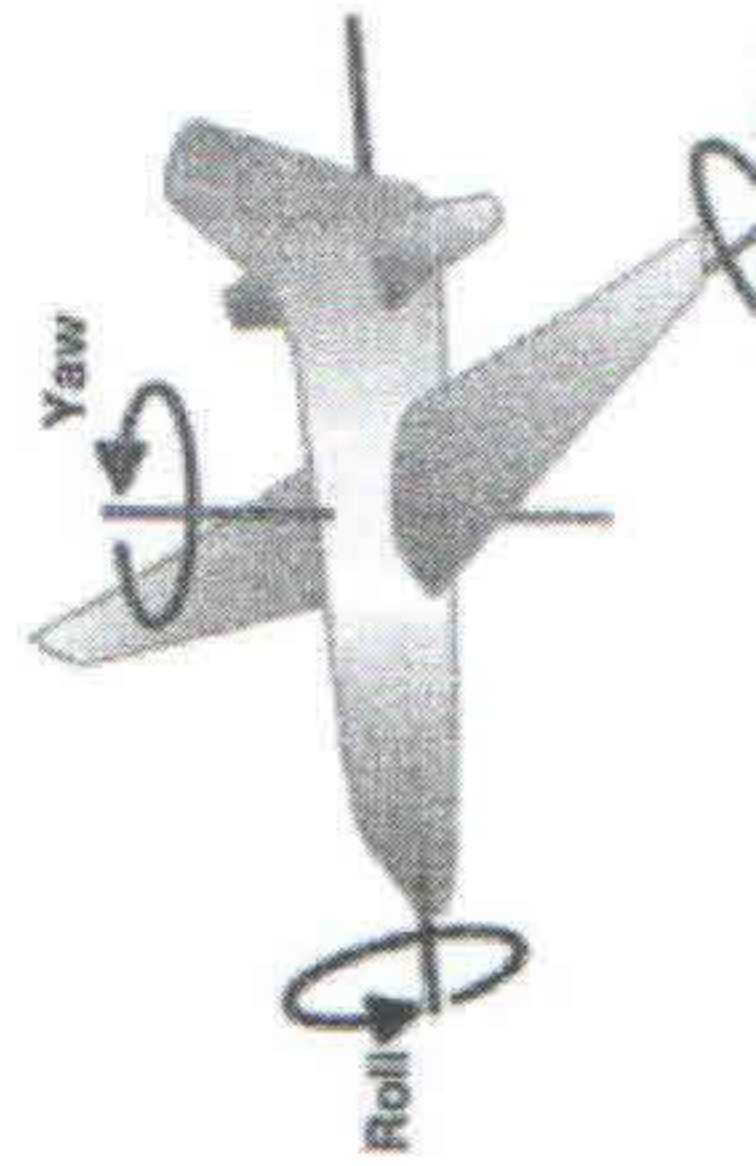
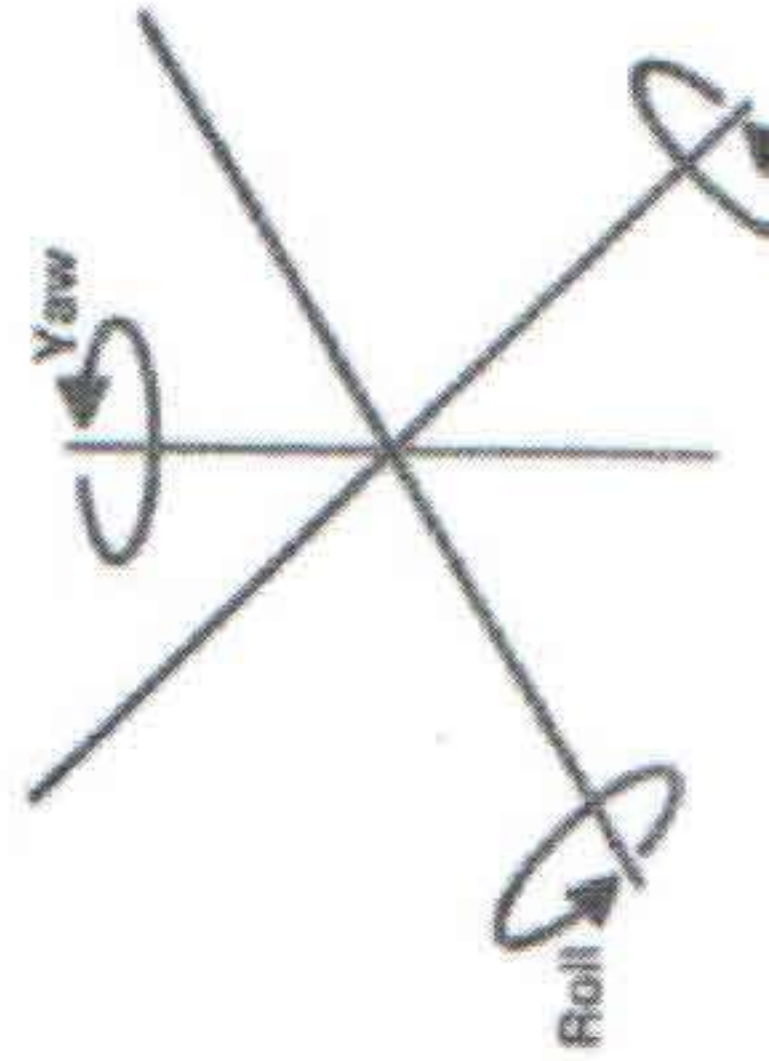
- 1) Scrutch 2) Pitch 3) Patch

**10. Расшифруй цифровое обозначение пропеллера размером 10x4,5:**

- 1) Первая цифра в маркировке обозначает шаг винта в дюймах, а вторая – диаметр винта
- 2) Первая цифра в маркировке обозначает диаметр винта в дюймах, а вторая – диаметр отверстия под ось мотора
- 3) Первая цифра в маркировке обозначает диаметр винта в дюймах, а вторая – шаг винта

**11. Посмотри на рисунок и укажи, каким словом отмечен тангаж:**

- 1) Roll
- 2) Pitch
- 3) Yaw



**12. Посмотри на рисунок и укажи, каким словом отмечен крен:**  
1) Roll 2) Pitch 3) Yaw

**13. Посмотри на рисунок и укажи, каким словом обозначается рыскание:**  
1) Roll 2) Pitch 3) Yaw

**14. Как расшифровывается аббревиатура FPV?**  
1) носимая камера 2) полеты без управления 3) вид от первого лица

**15. Полётный контроллер – это:**  
1) электронное устройство, управляющее положением камеры для записи видео  
2) электронное устройство, управляющее полётом летательного аппарата.  
3) электронное устройство для связи через спутник

**16. Что такое процедуры ARM и DISARM? Как они выполняются?**  
ARM – это \_\_\_\_\_  
DISARM - это \_\_\_\_\_

**17. Что делать если квадрокоптер ударился о землю и потерял управление?**  
1) \_\_\_\_\_  
2) \_\_\_\_\_  
3) \_\_\_\_\_  
4) \_\_\_\_\_  
5) \_\_\_\_\_

**18. Что обязательно нужно проверить ПЕРЕД вылетом?**  
1) Затянутость гаек пропеллеров и отсутствие болтающихся проводов  
2) Заряд аккумуляторов и правильность установки пропеллеров  
3) Крепление и целостность защит пропеллеров

**19. Что НЕЛЬЗЯ делать во время полета?**

- 1) Стоять сбоку от зоны полётов
- 2) Двигать стиками в крайние положения
- 3) Медленно летать
- 4) Летать выше собственного роста

**20. Что делать сразу после приземления?**

- 1) Сфотографировать на телефон
- 2) Выключить пульт
- 3) Подойти к коптеру и отключить его LiPo аккумулятор
- 4) Disarm и проверить газ

**Конкурсное задание по компетенции «Управление беспилотными летательными аппаратами» -итоговый контроль –игра-соревнование**

**Задание 1. Выполнить тест на знание строения квадрокоптеров, их классификацию, порядок сборки.**  
Время выполнения задания – 30 минут.

**Задание 2. Пилотирование квадрокоптера на симуляторе.**

Выполнить пилотирование квадрокоптера на симуляторе. Общее время выполнения задания на компетенции – 1 час. Команда выполняет задание на симуляторе за 2 минуты. Участникам необходимо пройти трассу, пролетая сквозь ворота ограниченного размера. За каждый пролет через ворота начисляется 1 очко. За пролет сквозь двойные ворота начисляется 2 очка. Цель участников набрать максимальное кол-во баллов за 2 минуты полетного времени. Количество баллов неограниченно.

**Задание 3. Пилотирование беспилотными летательными аппаратами.**

Время выполнения задания – 2,5 часа, из которых 1 час отводится на тренировочные полеты в порядке очередности участников по одной попытке в один подход, но не более 5 минут, и 0,5 часа непосредственно на соревнования по точности и времени прохождения трассы. «Практический» этап соревнований. Участникам команд необходимо показать мастерство пилотирования квадрокоптером.

**Цель этого этапа:** за меньшее количество времени пройти трассу с установленными препятствиями. Команде дается 2 попытки на прохождение трассы, в зачет идет лучшее (наименьшее) время.

**Командам начисляются баллы за прохождение трассы.**

Последняя команда получает 5 баллов

Каждая последующая получает на 15 баллов больше.

**Штрафные баллы:**

- 5 баллов - касание земли или препятствия(стойки)
- 10 баллов - падение квадрокоптера.

**Дополнительные баллы:**

- аккуратность полета, отсутствие столкновений, поврежденный аппарата - 15 баллов
- точное приземление на финишную площадку - 10 баллов
- соответствие полета заданной траектории - 10 баллов

Итоговое количество баллов складывается из баллов за прохождение трассы и штрафных баллов. Максимальное количество баллов - 100.

Победу в соревнованиях одержит команда, набравшая наибольшее количество баллов по итогам 3 этапов.

**Критерии оценивания**

Наименование критерия оценки	Наименование аспекта оценки	Максимальный балл
Модуль 1 «Тестирование» макс – 100 б	Правильный ответ на каждый вопрос	5
Модуль 2 «Пилотирование БПЛА в режиме авиасимулятора» макс – 200 баллов	каждый пролет через ворота	1
	каждый пролет через двойные ворота	2
Модуль 3 «Визуальное пилотирование беспилотного летательного аппарата» макс – 100 б	<b>Прохождение трассы за наименьшее время:</b> 1 место 2 место 3 место 4 место 5 место	65 50 35 20 5
	<b>Дополнительные баллы:</b> аккуратность полета, отсутствие столкновений, поврежденный аппарата	15

- точное приземление на финишную площадку	10
соответствие полета заданной траектории	10
<b>Штрафные очки:</b>	
касание земли или препятствия(стойки)	5
каждое падение квадрокоптера.	10

### Оборудование площадки для соревнований

Трасса для соревнований должна иметь длину от 90 до 200 метров по средней линии без учета стартовой и финишной площадок. Ширина трассы не должна превышать 5 метров.

Площадка соревнований должна быть ограждена сеткой по периметру трассы.

Допускается составление в пилотировании БПЛА между двумя участниками одновременно на усмотрение жюри с использованием двух стартовых и финишных площадок для зрелищности проведения соревнований.

Обязательные элементы трассы

- 1. Стартовая, она же финишная площадка** (не менее 2-х штук) представляет собой твердую и легко переносимую площадку яркого цвета, либо имеющую возможность надежной фиксации в месте старта. Размер Стартовой площадки – 1500x1000 мм.
- 2. Курсовые ворота** (не менее 2-х штук) изготавливаются из синтетических материалов и имеют сборную конструкцию. Основа ворот может состоять из вспененного полиуретана, установленного один в другой или металлического либо пластикового каркаса. Основание ворот изготавливается из жестких пластиковых труб или металлических оковок, позволяющих установить их на фиксаторы и обеспечить надежное сцепление с поверхностью земли. Ворота должны иметь яркий чехол или основу, изготовленных из синтетических или натуральных тканей, позволяющий легко их снять с мягкого основания или каркаса, и осуществлять уход за чехлом. Габаритные размеры ворот (по внешней стороне): шириной не менее 2500 мм и высотой на 1450 мм. Форма ворот свободная, но в рамках габаритных размеров.
- 3. Поворотные столбы** (не менее 3-х штук) изготавливаются из синтетических материалов и имеют сборную конструкцию. Основа столбов состоит из вспененного полиуретана, установленного один в другой. Основание столба изготавливается из жестких пластиковых труб, позволяющих установить их на фиксаторы и обеспечить надежное сцепление с поверхностью земли. Столбы имеют яркий чехол, изготовленный из синтетических или натуральных тканей, позволяющий легко снять его с мягкого основания и осуществлять уход за чехлом. Габаритные размеры столба: шириной не менее 500 мм и высотой на 2300 мм.
- 4. Указатели направления трассы** имеют белый цвет основного поля и стрелки оранжевого цвета, указывающие направление движения или поворота. Размер указателей не менее 297x420мм. На трассе должно быть размещено не менее 8 указателей.

### Условия реализации программы

Материально-техническое обеспечение:

- компьютеры с доступом в Интернет
- квадрокоптеры
- маркерная доска
- помещение для практической работы – спортивный зал
- планшет
- проектор, экран

Методическое обеспечение представлено в трёх вариантах: *бумажный, цифровой и комбинированный.*

Инструкции для самостоятельной работы учащихся, инструктажи по ТБ входят в состав

теоретического материала и заданий при обучении по курсу, пакет методических материалов, разработки проведения занятий, методическое описание конкурсного задания, инструкция по сборке, справочный материал из ПО для полетов.

Цифровая среда в сети Интернет: видеоролики, презентации по темам курса

Кадровое обеспечение - педагог дополнительного образования, прошедший курсовую подготовку по данному направлению

## **Список литературы**

### **Перечень нормативно-правовых актов**

1. Федеральный закон РФ от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ "Об образовании в РФ".
2. Приказ Министерства образования и науки РФ от 29.08.2013 г. № 1008 "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам".
3. Приказ Министерства образования и науки РФ от 9.01.2014 г. № 2 "Об утверждении порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ".
4. Концепция развития дополнительного образования детей, утверждённая распоряжением Правительства РФ от 4.09.2014 г. № 1726-р.
5. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 04.07.2014 г. № 41 "Об утверждении СанПиН 2.4.4.3172-14 "Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей»

### **Литература для педагога и обучающихся**

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>.
3. Ефимов.Е. Програмируем квадрокоптер на Arduino: Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/227425/>.
4. Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. Рига, 2010. Режим доступа: [http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovu\\_ajerodnamiki\\_Riga.pdf](http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovu_ajerodnamiki_Riga.pdf).
5. Канатников А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости.
6. Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон.журн. 2012. №3. Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html>.
7. Мартынов А.К. Экспериментальная аэродинамика. М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1950. 479с. 13. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы. СПб: Питер, 2005. 337.

#### Дополнительная литература

1. 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)
2. 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>
3. 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.
4. 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. Luukkonen T. Modelling and Control of Quadcopter. School of Science, Espoo, August 22, 2011. P. 26. Режим доступа: [http://sal.aalto.fi/publications/pdf-files/eluu11\\_public.pdf](http://sal.aalto.fi/publications/pdf-files/eluu11_public.pdf)
5. LIPO SAFETY AND MANAGEMENT: Режим доступа: <http://aerobot.com.au/support/training/lipo-safety>
6. Murray R.M., Li Z, Sastry S.S. A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation. SRC Press, 1994. P. 474.
7. Zhao W., Hiong G. 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
8. Лекции от «Коптер-экспресс» <https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344>