

Муниципальное общеобразовательное учреждение  
«Красноткацкая средняя школа» Ярославского муниципального района

Согласована  
Зам.директора по ВР Каси Касимова Н.Н.  
28 сентября 2020 г.

Утверждаю  
Директор школы Мухина Мухина М.П.  
Приказ № 189 от 30 сентября 2020 г.



**Дополнительная общеобразовательная  
общеразвивающая программа**

**«Точки роста. Беспилотные летательные аппараты.  
Квадрокоптеры.»**

Направленность программы - техническая  
Возраст обучающихся - 11-16 лет  
Срок реализации программы – 1 год

Автор-составитель  
Ильина Ольга Владимировна,  
педагог дополнительного образования

р.п. Красные Ткачи

-  
2020 год

## Содержание

1. Пояснительная записка.....	2 - 4
2. Учебно-тематический план.....	5 - 8
3. Содержание изучаемого курса.....	9 - 11
4. Обеспечение .....	12 - 14
5. Формы аттестации и оценочные материалы.....	14 - 18
6. Список информационных источников.....	18 - 19
7. Приложения .....	20 - 36

### 1. Пояснительная записка

Общеобразовательная общеразвивающая программа дополнительного образования «Беспилотные летательные аппараты. Квадрокоптеры» 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.

**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.

При изготовлении моделей подростки сталкиваются с решением вопросов аэродинамики, информационных технологий, они используют инженерный подход к решению встречающихся проблем.

**Актуальность программы** 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 общеобразовательная 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 в дальнейшем вида деятельности в техническом творчестве или профессии: инженер-конструктор, инженер-технолог, проектировщик, программист БПЛА, оператор БПЛА.

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

дополнительного образования БПЛА, далее в вузах и последующей работы на предприятиях по специальностям, связанным с робототехникой и авиастроительством.

### **Цель и задачи программы.**

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

### **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.

### **Отличительные особенности программы**

К основным отличительным особенностям настоящей программы можно отнести следующие пункты:

- кейсовая система обучения;
- проектная деятельность;
- направленность на soft-skills;
- игропрактика;
- среда для развития разных ролей в команде;
- сообщество практиков (возможность общаться с детьми из других квантумов, которые преуспели в практике своего направления) (через платформу Zoom);
- в ходе реализации обучающиеся получают не только технические знания, но и основы профессии, востребованной в современных социально-экономических условиях.

**Срок реализации программы:** 30 недель по 4 часа.

### **Формы и режим занятий**

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

При проведении занятий используются следующие формы работы:

- Лекция-диалог с использованием метода «перевернутый класс» – когда обучающимся предлагается к следующему занятию ознакомиться с материалами (в т.ч. найденными самостоятельно) на определенную тему для обсуждения в формате диалога на предстоящем занятии;
- 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 внутриквантумные и межквантумные, 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.
- метод кейсов (case-study), "мозговой штурм" (Brainstorming), метод задач (Problem-Based Learning) и метод проектов (Project-Based Learning). Пример: кейс – это конкретная задача («случай» – case, англ.), которую

требуется решить, для этого в режиме «мозгового штурма» предлагаются варианты решения, после этого варианты обсуждаются и выбирается один или несколько путей решения, после чего для решения кейса формируются более мелкие задачи, которые объединяются в проект и реализуются с применением метода командообразования.

**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. Программой предусмотрено проведение комбинированных занятий: занятия состоят из теоретической и практической частей, причём большее количество времени занимает именно практическая часть.

**Режим занятий** Занятия по дополнительной общеобразовательной программе проводятся 2 раза в неделю по 2 часа (продолжительность учебного часа – 40 минут).

**Количество часов:** 120 часов

### **Возраст детей, участвующих в реализации ДООП**

Программа ориентирована на дополнительное образование учащихся среднего и старшего школьного возраста (11 – 16 лет). Особенностью детей этого возраста является то, что в этот период происходит главное в развитии мышления – овладение подростком процессом образования понятий, который ведет к высшей форме интеллектуальной деятельности, новым способам поведения. Функция образования понятий лежит в основе всех интеллектуальных изменений в этом возрасте. Для возраста 11 – 14 лет характерно господство детского сообщества над взрослым. Здесь складывается новая социальная ситуация развития. Идеальная форма – то, что ребенок осваивает в этом возрасте, с чем он реально взаимодействует, – это область моральных норм, на основе которых строятся социальные взаимоотношения. Общение со своими сверстниками – ведущий тип деятельности в этом возрасте. Именно здесь осваиваются нормы социального поведения, нормы морали, здесь устанавливаются отношения равенства и уважения друг к другу. Возраст детей 15-16 лет называется старшим подростковым возрастом. Дети в этом возрасте уже практически сформировавшиеся интеллектуально развитые личности. У них есть свое мнение и свой вкус. Они готовы вести обсуждение по любому вопросу, аргументировано доказывать свое мнение. Они обучаются в разных профилях, профессионально более ориентированы.

### **Ожидаемые результаты и способы их проверки**

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

### **Формы подведения итогов**

- педагогическое наблюдение за детьми в процессе работы;
- опрос;
- соревнования;
- практическое задание (выполнение практических полётов, (визуальных и в режиме авиасимулятора));
- практические работы по сборке, программированию и ремонту квадрокоптеров;
- индивидуальные и коллективные технические проекты (подготовка проектов и их презентация)

## 2. Учебно-тематический план ДООП

Разделы	Наименование темы	Объем часов		Форма контроля		Hi-tech тех
		Всего часов	В том числе	Практика		
			Теория			
<b>Блок 1.</b>	<b>Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе.</b>	<b>38</b>	<b>24</b>	<b>14</b>		
	1. Вводная лекция о содержании курса.	4	4	0		
	2. Планирование проекта.	4	2	2		
	3. Принципы управления и строение мультикоптеров.	4	4	0		
	4. Основы техники безопасности полётов	2	2	0		
	5. Основы электричества. Литий- полимерные аккумуляторы.	4	4	0		
	6. Практическое занятия с литий- полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка/хранение)	6	4	2	Практическая работа с зарядными устройствами.	

	7. Технология пайки. Техника безопасности.	4	2	2	Пайка проводов.	1
	8. Обучение пайке.	4	2	2		
	9. Полёты на симуляторе.	6	0	6	Полёты на симуляторе.	
Блок 2.	Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты.	43	10	33	Практическая работа	
	1.Обучение навыкам пилотирования квадрокоптера на примере игрушки заводской сборки	4	2	2	Учебные полёты	
	2.Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления.	4	2	2	Сборка и настройка квадрокоптера	
	3.Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания.	4	2	2		
	4.Сборка рамы квадрокоптера.	6	2	4		
	5.Пайка ESC, BEC и силовой части.	4	1	3		3
	6. Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления	4	0	4		
	7. Инструктаж по технике безопасности полетов.	1	1			

	8. Первые учебные полёты: «взлёт/посадка»,	4		4	Учебные полёты
	9. Полёты: «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево- вправо». Разбор аварийных ситуаций.	6	0	6	Учебные полёты
	10. Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».	6	0	6	Учебные полёты
Блок 3.	Настройка, установка FPV – оборудования.	14	2	12	Практическая работа
	1. Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка.	2	2	0	Установка видеооборудования.
	2. Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования.	4	0	4	
	3. Пилотирование с использованием FPV- оборудования.	8	0	8	Полёты «от первого лица».
Блок 4.	Работа в группах над инженерным проектом.	25	9	16	Практическая работа
	1. Принципы создания инженерной проектной работы.	6	2	4	Самостоятельная подготовка групповых инженерных проектов.

	2. Основы 3D-печати и 3D-моделирования.	6	2	4	
	3. Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система».	8	2	6	
	4. Подготовка презентации собственной проектной работы.	3	3	0	самостоятельно
	<u>Итоговый контроль</u>	2	0	2	Защита проекта
	Презентация и защита группой собственного инженерного проекта	2	0	2	
	Итого:	120	45	75	



### 3. Содержание ДООП

№ п/п	Наименование темы	Содержание темы
1	2	3
<p><b>Блок 1.</b></p>	<p><b>Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вводная лекция о содержании курса.</li> <li>2. Планирование проекта</li> <li>3. Принципы управления и строение мультикоптеров.</li> <li>4. Техника безопасности полётов</li> <li>5. Основы электричества. Литий-полимерные аккумуляторы.</li> <li>5. Практическое занятия с литий-полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка /хранение)</li> <li>6. Технология пайки. Техника безопасности.</li> <li>7. Обучение пайке.</li> <li>8. Полёты на симуляторе.</li> </ol>	<p>Устройство мультироторных систем. Основы конструкции мультироторных систем. Принципы управления мультироторными системами.</p> <p>Аппаратура радиоуправления: принцип действия, общее устройство.</p> <p>Техника безопасности при работе с мультироторными системами.</p> <p>Электронные компоненты мультироторных систем: принципы работы, общее устройство.</p> <p>Литий-полимерные аккумуляторы и их зарядные устройства: устройство, принцип действия, методы зарядки/разрядки/хранения/ балансировки аккумуляторов, безопасная работа с оборудованием.</p> <p>Пайка электронных компонентов: принципы пайки, обучение пайке, пайка электронных компонентов мультироторных систем.</p> <p>Полёты на симуляторе: обучение полётам на компьютере, проведение учебных полётов на симуляторе.</p>

<p><b>Блок 2.</b></p>	<p><b>Сборка и настройка квадрокоптера.</b>  <b>Учебные полёты.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления.</li> <li>2. Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания.</li> <li>3. Сборка рамы квадрокоптера.</li> <li>4. Пайка ESC, BEC и силовой части.</li> <li>5. Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка Аппаратуры управления.</li> <li>6. Настройки полётного контроллера.</li> <li>7. Инструктаж по технике безопасности полетов.</li> <li>8. Первые учебные полёты:  «взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево-вправо». Разбор аварийных ситуаций.</li> <li>9. Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка»,</li> </ol>	<p>Полётный контроллер: устройство полётного контроллера, принципы его функционирования, настройка контроллера с помощью компьютера, знакомство с программным обеспечением для настройки контроллера.</p> <p>Бесколлекторные двигатели и их регуляторы хода: устройство, принципы их функционирования, пайка двигателей и регуляторов.</p> <p>Платы разводки питания: общее устройство, характеристики, пайка регуляторов и силовых проводов к платам разводки питания.</p> <p>Инструктаж перед первыми учебными полётами. Проведение учебных полётов в зале, выполнение заданий: «взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», «вперед-назад», «влево-вправо», «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».</p> <p>Разбор аварийных ситуаций.</p>
-----------------------	---	---

<p><b>Блок 3.</b></p>	<p><b>Настройка, установка FPV – оборудования.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка.</li> <li>2. Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования.</li> <li>3. Пилотирование с использованием FPV-оборудования.</li> </ol>	<p>Основы видеотрансляции: принципы передачи видеосигнала, устройство и характеристики применяемого оборудования.          Установка, подключение и настройка видеооборудования на мультиторные системы.          Пилотирование с использованием FPV-оборудования.</p>
<p><b>Блок 4.</b></p>	<p><b>Работа в группах над инженерным проектом.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Принципы создания инженерной проектной работы.</li> <li>2. Основы 3D-печати и 3D-моделирования.</li> <li>3. Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система».</li> <li>4. Подготовка презентации собственной проектной работы.</li> </ol>	<p>Работа над инженерным проектом: основы планирования проектной работы, работа над проектом в составе команды.          Основы 3D-печати и 3D-моделирования: применяемое оборудование и программное обеспечение.          Практическая работа в группах над инженерным проектом по теме «Беспилотная авиационная система».          Подготовка и проведение презентации по проекту.</p>

## 4.Обеспечение ДООП

### Методическое обеспечение программы:

Лекционные материалы, методическое описание конкурсного задания, инструкция по сборке, справочный материал из ПО для полетов

Форма проведения занятий «лекции» подразумевает такую форму занятий, в процессе которых происходит развитие т.наз. soft-skills (теоретических знаний и когнитивных приемов) обучающихся, а именно:

- технология изобретательской разминки и логика ТРИЗ;
- противоречие как основа изобретения;
- идеальный конечный результат;
- алгоритм проектирования технической системы;
- командообразование;
- работа в команде;
- личная ответственность и тайм-менеджмент;
- проектная деятельность;
- продуктивное мышление;
- универсальная пирамида прогресса;
- планирование и постановка собственного эксперимента;

Форма проведения занятий «практические занятия» подразумевает такую форму занятий, в процессе которых происходит развитие т.наз. hard-skills (навыков и умений) обучающихся, а именно:

- работа с простым инструментом (отвертка, пассатижи);
- работа с оборудованием hi-tech-цеха (пайка, лазерная резка);
- работа с программным обеспечением (настройка летного контроллера квадрокоптера, проектирование рамы квадрокоптера);
- управление квадрокоптером.

Правила выбора проекта и примерные темы проектов см. в приложении 2.

Примеры кейсов см. в приложении 3.

### Материально-техническое обеспечение

#### Аппаратное и техническое обеспечение:

- Рабочее место обучающегося:

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

мышь.

— Рабочее место наставника:

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

презентационное оборудование с возможностью подключения к компьютеру — 1 комплект;

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

единая сеть Wi-Fi.

**Программное обеспечение:**

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

**Расходные материалы:**

бумага А4 для рисования и распечатки;

бумага А3 для рисования;

набор простых карандашей — по количеству обучающихся;

набор чёрных шариковых ручек — по количеству обучающихся;

клей ПВА — 2 шт.;

клей-карандаш — по количеству обучающихся;

скотч прозрачный/матовый — 2 шт.;

скотч двусторонний — 2 шт.;

картон/гофрокартон для макетирования — 1200\*800 мм, по одному листу на двух обучающихся;

нож макетный — по количеству обучающихся;

лезвия для ножа сменные 18 мм — 2 шт.;

ножницы — по количеству обучающихся;

коврик для резки картона — по количеству обучающихся;

PLA-пластик 1,75 REC нескольких

## 5. Формы аттестации и оценочные материалы

### ФОРМЫ КОНТРОЛЯ

<b>Раздел или тема программы</b>	<b>Формы занятий</b>	<b>Приёмы и методы организации образовательного процесса</b>	<b>Дидактический материал</b>	<b>Техническое оснащение занятий</b>	<b>Формы подведения итогов</b>
<b>Теория мультиторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе.</b>	Лекция, дискуссия практическое занятие	Беседа по теме занятия, индивидуальная работа с ПО	Записи в тетрадях, справочный материал из ПО для полетов	Интерактивная доска, ноутбук с ПО, RC-пульт	Полёт на симуляторе без ошибок пилотирования
<b>Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты.</b>	Лекция, дискуссия, практическое занятие, workshop	Работа в группах, индивидуальная работа с ПО	Инструкция по сборке, справочный материал из ПО для полетов	Интерактивная доска, ноутбук с ПО, квадрокоптер, RC-пульт	Тестовые полёты на собственноручно собранном квадрокоптере
<b>Настройка,</b>	Лекция,	Работа в группах,	Справочный	Интерактивная	Выполнение

<b>установка FPV – оборудования</b>	дискуссия, практическое занятие, workshop	индивидуальная работа с ПО	материал из ПО для полетов	доска, ноутбук с ПО, квадрокоптер, очки для FPV-полетов, FPV-модуль	полётов с FPV-оборудованием
<b>Работа в группах над инженерным проектом.</b>	Метод задач, метод кейсов, работа в группах	Работа в группах	Записи в тетрадях	Ноутбук, интерактивная доска	Защита проекта

## **ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

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

Оценка результативности реализации ДООП

Низкий уровень	Средний уровень	Высокий уровень
<b>Критерий 1: Теоретические знания</b>		
Полное отсутствие представлений о данном направлении	Имеются представления о данном направлении	Знание технологии изготовления квадрокоптера
<b>Критерий 2: Владение специальной терминологией</b>		
Незнание терминологии изучаемого курса	Незначительные пробелы в знании терминологии курса	Знание терминологии курса
<b>Критерий 3: Практические умения и навыки предусмотренные программой</b>		
Неумение пользоваться (слабое умение) пользоваться колющими и режущими инструментами, клеящими составами; неумение пользоваться инструкционно-технологическими картами	Умеет правильно пользоваться распространенными инструментами, имеет представление о пользование инструкционно-технологической картой. Имеются небольшие навыки работы с природным материалом, с пряжей, нитками	Умение правильно пользоваться инструментами, умение работать с инструкционно-технологической картой. Имеются навыки работы с природным материалом, с пряжей
<b>Критерий 4: Творческие навыки</b>		
Отсутствия творчества в работе	Небольшие проявления творчества в освоении учебного материала	Умеренное проявление творчества в освоении учебного материала
<b>Критерии 5: Самостоятельность</b>		
Неумение работать самостоятельно	Эпизодические применения самостоятельности работы	Периодическое применения самостоятельности в работе
<b>Текущая диагностика</b>		
Низкий уровень	Средний уровень	Высокий уровень
<b>Критерий 1: Теоретические знания</b>		
Отсутствие знаний (слабые знания) технологии изготовления изделий, незнание правил обращения со специальными инструментами	Незначительные пробелы в знании технологии изготовления изделий	Прочное знание технологии изготовления изделия
<b>Критерий 2: Владение специальной терминологии</b>		
Слабое знание терминологии курса	Незначительные пробелы в знании терминологии курса	Знание терминологии курса
<b>Критерий 3: Практические умения и навыки, предусмотренные программой</b>		
Слабое умение пользоваться специальными инструментами, слабые навыки работы с инструкционно-технологическими картами, слабые навыки выполнения изделий	Умение правильно пользоваться большей частью специальных инструментов, умение выполнять изделия при небольшой поддержке педагога	Уверенная работа с инструкционно-технологической картой; целесообразное использование инструментов, аккуратность,



		экономичность в расходовании материалов, прочные умения и навыки работы
<b>Критерий 4: Творческие навыки</b>		
Отсутствие творчества в работа	Сочетание репродуктивных и творческих навыков	Выдвижение новых идей, стремление их воплотить в своей работе
<b>Критерий 5: Самостоятельность</b>		
Неумение работать самостоятельно	Сочетание навыков самостоятельной работы под руководством и контролем педагога	Стремление как можно чаще проявлять самостоятельность в работе
<b>Итоговая диагностика</b>		
Низкий уровень	Средний уровень	Высокий уровень
<b>Критерий 1: Теоретические знания</b>		
Слабое знание технологии изготовления изделий, слабое знание правил безопасности труда	Незначительные пробелы в знании технологии изготовления изделий	Прочное знание изготовления изделий
<b>Критерий 2: Владение специальной терминологии</b>		
Слабое знание терминологии курса	Незначительные пробелы в знании терминологии курса	Отсутствие пробелов в знании терминологии курса
<b>Критерий 3: Практические умения и навыки, предусмотренные программой</b>		
Допускает ошибки в технологии изготовления изделий, неаккуратность в работе, ошибки в обращении со специальными инструментами, слабые навыки работа с технологической картой	Умение разрабатывать собственные эскизы изделия, допускаются незначительные ошибки в технологии изготовления изделия, присутствие навыков аккуратности, экономичности в работе с материалами, соблюдение правил техники безопасности под контролем педагога	Уверенная работа с технологической картой; умение разрабатывать собственный эскиз изделия и технологию его изготовления; целесообразное использование инструментов, аккуратность, экономичность в расходовании материалов
<b>Критерий 4: Творческие навыки</b>		
Слабые проявления творчества	Умеренные проявления творчества в работе	Проявление индивидуального творческого подхода к выполнению любого изделия

**Критерий 5: Самостоятельность**

Слабые навыки самостоятельной работы	Умеренное проявление самостоятельности в работе	Высокоразвитое умение самостоятельно, без помощи педагога, выполнять изделия
--------------------------------------	---	--

**6. Список информационных источников**

**Список литературы, рекомендованный педагогам (коллегам) для освоения данного вида деятельности**

№	Наименование
<b>Основная</b>	
1	Белинская Ю.С. Реализация типовых маневров четырехвинтового вертолета. Молодежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2013. №4. Режим доступа: <a href="http://sntbul.bmstu.ru/doc/551872.html">http://sntbul.bmstu.ru/doc/551872.html</a> (дата обращения 31.10.2016).
2	Гурьянов А. Е. Моделирование управления квадрокоптером Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2014 №8 Режим доступа: <a href="http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html">http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html</a> (дата обращения 31.10.2016).
3	Ефимов. Е. Програмируем квадрокоптер на Arduino: Режим доступа: <a href="http://habrahabr.ru/post/227425/">http://habrahabr.ru/post/227425/</a> (дата обращения 31.10.2016).
4	Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. Рига, 2010. Режим доступа: <a href="http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodnamiki_Riga.pdf">http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodnamiki_Riga.pdf</a> (дата обращения 31.10.2016).
5	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: <a href="http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html">http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html</a> (дата обращения 31.10.2016).
6	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
<b>Дополнительная</b>	
7	Редакция Tom's Hardware Guide. FPV- мультикоптеры: обзор технологии и железа. 25 июня 2014. Режим доступа: <a href="http://www.thg.ru/consumer/obzor_fpv_multicopterov/print.html">http://www.thg.ru/consumer/obzor_fpv_multicopterov/print.html</a> (дата обращения 31.10.2016).

8	Alderete T.S. "Simulator Aero Model Implementation" NASA Ames Research Center, Moffett Field, California. P. 21. Режим доступа: <a href="http://www.aviationsystemsdivision.arc.nasa.gov/publications/hitl/rtsim/Toms.pdf">http://www.aviationsystemsdivision.arc.nasa.gov/publications/hitl/rtsim/Toms.pdf</a> (дата обращения 31.10.2016).
9	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.
10	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: <a href="http://sal.aalto.fi/publications/pdf-files/eluu11_public.pdf">http://sal.aalto.fi/publications/pdf-files/eluu11_public.pdf</a> (дата обращения 31.10.2016).
11	LIPO SAFETY AND MANAGEMENT: Режим доступа: <a href="http://aerobot.com.au/support/training/lipo-safety">http://aerobot.com.au/support/training/lipo-safety</a> (Дата обращения 20.10.15)
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
14	Лекции от «Коптер-экспресс» <a href="https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344">https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344</a>

### 1. Список литературы, рекомендованной учащимся, для успешного освоения данной образовательной программы

1	Лекции от «Коптер-экспресс» <a href="https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344">https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=FF6z-bCo3T0">https://www.youtube.com/watch?v=FF6z-bCo3T0</a> <a href="http://alexgyver.ru/quadcopters/">http://alexgyver.ru/quadcopters/</a>
---	---

### 2. Список литературы, рекомендованной родителям в целях расширения диапазона образовательного воздействия и помощи родителям в обучении и воспитании ребенка

1	Подборка журналов «Школа для родителей» от издательского дома МГПУ «Первое сентября» под ред. С.Соловейчика <a href="https://drive.google.com/open?id=0B_zscjiLrtypR2dId1p0T1ZGLWM">https://drive.google.com/open?id=0B_zscjiLrtypR2dId1p0T1ZGLWM</a>
---	--

## Календарно-учебный график

№	Тема занятия	Количество часов	Время занятий
<b>Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе.</b>			
1	Вводная лекция о содержании курса.	2 часа	3.10
2	Вводная лекция о содержании курса.	2 часа	
3	Планирование проекта.	2 часа	
4	Планирование проекта.	2 часа	
5	Принципы управления и строение мультикоптеров.	2 часа	
6	Принципы управления и строение мультикоптеров.	2 часа	
7	Основы техники безопасности полётов	2 часа	
8	Основы электричества. Литий- полимерные аккумуляторы.	2 часа	
9	Основы электричества. Литий- полимерные аккумуляторы.	2 часа	
10	Практическое занятия с литий- полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка/хранение)	2 часа	
11	Практическое занятия с литий- полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка/хранение)	2 часа	
12	Практическое занятия с литий- полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка/хранение)	2 часа	
13	Технология пайки. Техника безопасности.	2 часа	
14	Технология пайки. Техника безопасности.	2 часа	
15	Обучение пайке.	2 часа	
16	Обучение пайке.	2 часа	
17	Полёты на симуляторе.	2 часа	
18	Полёты на симуляторе.	2 часа	
19	Полёты на симуляторе.	2 часа	
<b>Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты.</b>			
20	Обучение навыкам пилотирования квадрокоптера на примере игрушки заводской сборки	2 часа	

21	Обучение навыкам пилотирования квадрокоптера на примере игрушки заводской сборки	2 часа	
22	Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления.	2 часа	
23	Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления.	2 часа	
24	Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания.	2 часа	
25	Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания.	2 часа	
26	Сборка рамы квадрокоптера.	2 часа	
27	Сборка рамы квадрокоптера.	2 часа	
28	Сборка рамы квадрокоптера.	2 часа	
29	Пайка ESC, ВЕС и силовой части.	2 часа	
30	Пайка ESC, ВЕС и силовой части.	2 часа	
31	Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления	2 часа	
32	Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления	2 часа	
33	Инструктаж по технике безопасности полетов.	2 часа	
34	Первые учебные полёты: «взлёт/посадка»,	2 часа	
35	Первые учебные полёты: «взлёт/посадка»,	2 часа	
36	Полёты: «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево- вправо». Разбор аварийных ситуаций.	2 часа	
37	Полёты: «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево- вправо». Разбор аварийных ситуаций.	2 часа	
38	Полёты: «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево- вправо». Разбор аварийных ситуаций.	2 часа	
39	Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».	2 часа	
40	Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».	2 часа	
41	Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».	2 часа	

<b>Настройка, установка FPV – оборудования.</b>		
42	Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка.	2 часа
43	Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования.	2 часа
44	Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования.	2 часа
45	Пилотирование с использованием FPV- оборудования.	2 часа
46	Пилотирование с использованием FPV- оборудования.	2 часа
47	Пилотирование с использованием FPV- оборудования.	2 часа
48	Пилотирование с использованием FPV- оборудования.	2 часа
<b>Работа в группах над инженерным проектом.</b>		
49	Принципы создания инженерной проектной работы.	2 часа
50	Принципы создания инженерной проектной работы.	2 часа
51	Принципы создания инженерной проектной работы.	2 часа
52	Основы 3D-печати и 3D-моделирования.	2 часа
53	Основы 3D-печати и 3D-моделирования.	2 часа
54	Основы 3D-печати и 3D-моделирования.	2 часа
55	Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система».	2 часа
56	Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система».	2 часа
57	Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система».	2 часа
58	Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система».	2 часа
59	Подготовка презентации собственной проектной работы.	2 часа
<b>Итоговый контроль</b>		
60	Презентация и защита группой собственного инженерного проекта	2 часа
Итого		120 часов

### Правила выбора темы проекта

Способы решения проблем начинающими исследователями во многом зависят от выбранной темы. Надо помочь детям найти все пути, ведущие к достижению цели, выделить общепринятые, общеизвестные и нестандартные, альтернативные; сделать выбор, оценив эффективность каждого способа.

**Правило 1.** Тема должна быть интересна ребенку, должна увлекать его. Исследовательская работа эффективна только на добровольной основе. Тема, навязанная ученику, какой бы важной она ни казалась взрослым, не даст должного эффекта.

**Правило 2.** Тема должна быть выполнима, решение ее должно быть полезно участникам исследования. Натолкнуть ребенка на ту идею, в которой он максимально реализуется как исследователь, раскроет лучшие стороны своего интеллекта, получит новые полезные знания, умения и навыки, – сложная, но необходимая задача для педагога.

**Правило 3.** Тема должна быть оригинальной с элементами неожиданности, необычности. Оригинальность следует понимать, как способность нестандартно смотреть на традиционные предметы и явления.

**Правило 4.** Тема должна быть такой, чтобы работа могла быть выполнена относительно быстро. Способность долго концентрировать собственное внимание на одном объекте, т. е. долговременно, целеустремленно работать в одном направлении, у школьника ограничена.

**Правило 5.** Тема должна быть доступной. Она должна соответствовать возрастным особенностям детей. Это касается не только выбора темы исследования, но и формулировки и отбора материала для ее решения. Одна и та же проблема

может решаться разными возрастными группами на различных этапах обучения.

**Правило 6.** Сочетание желаний и возможностей. Выбирая тему, педагог должен учесть наличие требуемых средств и материалов – исследовательской базы. Ее отсутствие, невозможность собрать необходимые данные обычно приводят к поверхностному решению, порождают "пустословие". Это мешает развитию критического мышления, основанного на доказательном исследовании и надежных знаниях.

**Правило 7.** С выбором темы не стоит затягивать. Большинство учащихся не имеют постоянных пристрастий, их интересы ситуативны. Поэтому, выбирая тему, действовать следует быстро, пока интерес не угас.

#### **Примерные темы проектов:**

1. Моделирование квадрокоптера.
2. Проектирование полета над трассой с препятствиями.
3. Программирование автономного взлета и посадки квадрокоптера.
4. Видео нарезка полетов вокруг Кванториума.
5. Организация гонки квадрокоптеров.
6. Применение квадрокоптеров в Геоквантуме.
7. Проектирование квадрокоптера-транспортировщика.
8. Автономный полет по заданной траектории.
9. Создание помощника для преподавателя на контрольных работах.
10. Квадрокоптер – лучший друг Робоквантума.



### Пример кейса

#### Аэросъемка «Для чего на самом деле нужен беспилотный летательный аппарат?»

##### Описание реальной ситуации (кейса)

Мы работаем в администрации технопарка и нам необходимо набрать красочные и интересные материалы для сайта, чтобы привлечь больше клиентов и компаний. Также многие резиденты технопарка жалуются, что, учитывая большую территорию технопарка, они до сих пор не знают, как он выглядит целиком, отсутствует навигация по территории технопарка. В дополнение необходимо определить точную площадь территории технопарка.

##### Общие вопросы

- Что такое БПЛА?
- Как устроен и работает БПЛА?
- Какие данные он позволяет получить?
- Чем аэросъемка с БПЛА отличается от космической съемки?

##### Термины:

- Аэросъемка
- Носители и полезная нагрузка
- Классификация (маршрутная, линейная) аэросъемки
- Высота, перекрытие, базис, интервал фотографирования
- Фотомозаика
- Ортофотоплан

##### Материалы:

- Компьютер
- Интернет
- Архивные материалы аэросъемки
- ПО для обработки данных Аэросъемки (Agisoft Photoscan)

- Квадрокоптер
- Фотоаппарат
- Штатив
- Google Maps
- Квадрокоптер с устройством аэрофотосъемки

## Приложение 4

### Техника безопасности при работе с беспилотными летательными аппаратами

Дроны и квадрокоптеры стали неотъемлемой частью нашей жизни во всем мире, как смартфон. Развитие технологий и снижение стоимости беспилотных летательных аппаратов способствует этому. Поэтому, остро встает вопрос о повышении навыка пользования дронами и квадрокоптерами. И здесь можно говорить о двух важных составляющих этой безопасности - безопасное пилотирование дрона и умелое обращение с самим летательным аппаратом. Сочетание этих двух навыков и гарантирует безопасность полетов на дронах и квадрокоптерах.

1) Основное правило безопасности.

Первое и самое важное - безопасность людей. Соблюдение элементарных правил техники безопасности. Не стоит браться за управление летательным аппаратом пока вы не чувствуете уверенность в своих навыках. Последствия халатного отношения к данному правилу может привести к возникновению опасной ситуации для того кто управляет аппаратом или для окружающих. Очень рекомендуем первые полеты проводить с инструктором, на открытом пространстве и на небольшой высоте и удалении.

2) Сбои могут возникнуть из-за ошибки пилота, аппаратного или программного сбоя.

а) У вас должно быть достаточно силы тяги.

б) Если вы не справляетесь с управлением, автопилот может потребовать больше тяги, чем доступно иначе это приведёт к потере стабилизации полета.

в) В идеале мультикоптер должен взлетать при 50% стика газа.

3) Во время обучения полетами не рекомендуется использовать дорогостоящих, жестких, острых карбоновых деталей (пропеллеров и рамы).

а) Это будет более дешевый, мягкий, хрупкий пластиковый пропеллер и рама.

б) Карбон и стекловолокно не поддаются разрушению, это может быть небезопасно при контакте с чем-либо.

4) Если вы летаете рядом с людьми - вы их ставите под угрозу.

а) Будьте уверены, что есть безопасное расстояние между вами и зрителями.

б) Вам нужно понимать что для вас является безопасное расстояние для вас и окружающих.

в) По крайней мере это не ближе 3 метра , но не дальше 10м.

г) Держите всех людей дальше от летательного аппарата

д) Убедитесь, что никто не находится между вами и аппаратом

е) Зрители должны быть позади пилота

ж) Если кто-то нарушает безопасную зона полета - сажайте летательный аппарат и ждите пока не освободиться пространство для безопасного полета.

з) При полном газе средний мультикоптер может развить скорость в 32км/ч, может подняться на сотни метров и улететь на далекие расстояния.

5) Всегда будьте уверены, что кабель батареи не подключен к основной плате, пока вы не готовы к полету.

а) Всегда включайте передатчик и убеждайтесь, что ручка газа находится в нулевом положении

б) После приземления первое, что вы должны сделать - это отключить питание!

в) Не выключайте передатчик, пока вы не обесточили аппарат.

г) Всегда снимайте пропеллеры если вы тестируете или настраиваете аппарат. друзья и ваше лицо будут вам благодарны

д) Когда батарея подключена, всегда опасайтесь того, что двигатели вооружены, проверяйте это быстрой подачей газа.

е) Не подбирайте аппарат и не берите в руки аппаратуру во избежание случайного поданного газа.

ж) Не пытайтесь летать больше, чем позволяют ваши батареи, сохраняйте для безопасности мощность, иначе это может привести к аварии и нехватке мощности на вираже.

- 6) В АРМ полетном контроллере используется функция постановки на охрану (arming)
- а) Перед полетом после того, как вы подключили батарею на аппаратуре, ручка газа должна быть нажата вниз и вправо на несколько секунд, что бы снять с охраны двигателя.
  - б) После посадки ваше первое действие должно быть постановка на охрану - ручка газа вниз и влево в течении нескольких секунд. После этого можно проверить постановку на охрану путем небольшого перемещение ручки газа вверх и сразу же вниз.
  - в) Когда вы поставили двигатели на охрану (disarming) ручку газа все равно требуется держать в нуле.
- 7) Учитесь переключать режимы из стабилизации в другие и обратно.
- а) Это самая хорошая практика.
  - б) В режим стабилизации может быть добавлен Simplemode, для лучшей практики, если вы испытываете трудности.
  - в) Не используйте другие режимы, кроме Стабилизации (Stabilize) и SimpleStabilize пока вы не научились в них достаточно хорошо летать.
- 8) Важно помнить, что при первой аварии, неправильной посадке или неизвестного вам состояния полетного контроллера необходимо:
- а) бросить полотенце на пропеллеры, так как они могут начать крутиться неожиданно;
  - б) сразу отключайте аккумулятор;
  - в) большое полотенце важная часть для обеспечения безопасности с огнетушителем и аптечкой;
  - г) лучше использовать первое средство, чем сразу последнее.
- 9) При тестировании или полетах по любым точками в режиме навигации используя GPS.
- а) Убедитесь, что ваш GPS смог поймать необходимое количество спутников и перейти в состояние LOCK (3d fix) перед снятием охраны (arming) и взлётом.
  - б) Убедитесь, что ваша домашняя точка в ПО MissionPlanner установлена правильно.
  - в) Если GPS не смог корректно установить домашнюю точку, перезагрузитесь и подождите когда будет поймано более 8 спутников и проверьте домашнюю точку снова.
- 10) Знайте законы

а) Наш личный опыт использования мультикоптеров является постоянно под атакой тех, кто боится “дронов” и вторжение в их частную личную жизнь. Если вы нарушаете закон, или вторгаетесь в чью-то личную жизнь - готовьтесь отвечать по закону. Пожалуйста, понимайте наши законы и летайте, не нарушая их.

б) Найдите ближайшую любительскую группу людей, которые занимаются полетами и поинтересуйтесь у них о законности полетов в разных местах. Они с радостью смогут вам показать специальные отведенные места, которые не нарушают чьи-то права, где вы можете обмениваться опытом и получать удовольствие от полетов.

Самое главное: соблюдайте безопасную дистанцию между вашим аппаратом и людьми.

## Приложение 5

### Конкурсное задание по компетенции «Управление беспилотными летательными аппаратами».

#### **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, повреждений аппарата -15 баллов

- точное приземление на финишную площадку -10 баллов

- соответствие полета заданной траектории -10 баллов

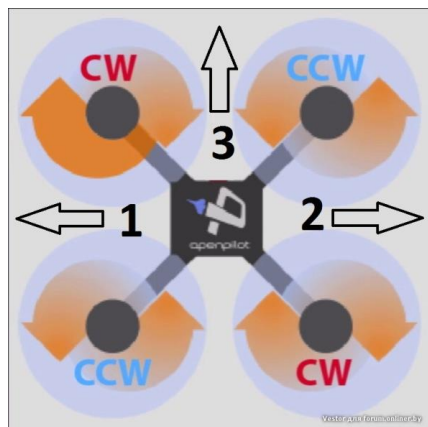
Итоговое количество баллов складывается из баллов за прохождение трассы и штрафных баллов. Максимальное количество баллов -100.

## Приложение 6

### ТЕСТ ПО ПРОГРАММЕ «БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ»

#### 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 оборотами 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 51мм, 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 22мм, диаметром статора 5 мм и KV 2350

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

- 1) лучшее соотношение масса/мощность, лучшее КПД

- 2) легче
- 3) компактнее
- 4) меньше греются
- 5) 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:**

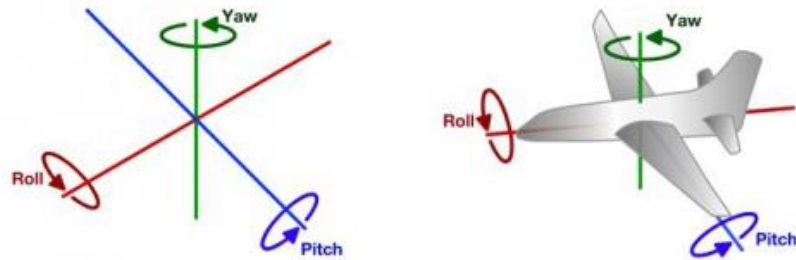
- 1) Scrutch
- 2) Pitch
- 3) Patch

**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

## Приложение 7

### 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 состязание в пилотировании БЛА 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.
  - 4.1. Допускается добавление элементов трассы членами жюри для усложнения конкурсного задания.
  - 4.2. Данный модуль проводится на открытой ровной площадке площадью не менее 1000 кв. м.

## Приложение 8

### Ориентировочная схема трассы для пилотирования

